

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 1 月 2 5 日  
Date of Application:

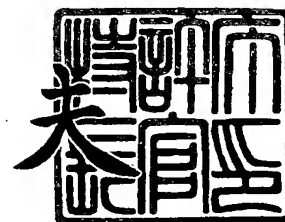
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 4 0 9 1 0  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 4 0 9 1 0 ]

出      願      人                      株式会社リコー  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 0203205

【提出日】 平成14年11月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03G 15/08

【発明の名称】 現像方法、現像装置及び画像形成装置

【請求項の数】 18

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号・株式会社リコー内

    【氏名】 黒須 久雄

【特許出願人】

    【識別番号】 000006747

    【氏名又は名称】 株式会社リコー

【代理人】

    【識別番号】 100067873

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 樺山 亨

【選任した代理人】

    【識別番号】 100090103

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 本多 章悟

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 014258

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809112

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 現像方法、現像装置及び画像形成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体が、トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を表面にトナーを有する磁性キャリアが集合した穂と、磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーとを含む磁気ブラシで現像する現像方法であって、

前記現像領域で磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーについて、像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における当該遊離トナーの飛翔速度の平均が $1m/s$ 以下であることを特徴とする現像方法。

【請求項 2】

像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体が、トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を表面にトナーを有する磁性キャリアが集合した穂と、磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーとを含む磁気ブラシで現像する現像方法であって、

前記現像領域で磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーについて、像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における遊離トナーの飛翔速度分布の標準偏差が $0.51$ 以上であることを特徴とする現像方法。

【請求項 3】

像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体が、トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を表

面にトナーを有する磁性キャリアが集合した穂と、磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーとを含む磁気ブラシで現像する現像方法であって、

前記現像領域で磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーについて、

像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=200V$ における遊離トナーの飛翔速度の平均が $0.65m/s$ 以下であることを特徴とする現像方法。

#### 【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の現像方法において、  
前記現像方法は、前記現像領域で磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーを用いて像担持体上の潜像へ移動させ、さらに、その後、磁性キャリアから像担持体へのトナーの移動及び像担持体から磁性キャリアへのトナーの移動により像担持体上の潜像を現像することを特徴とする現像方法。

#### 【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の現像方法において、  
前記現像方法は、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーの発生領域を、遊離トナーが潜像に移動できる現像領域にすることを特徴とする現像方法。

#### 【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の現像方法において、  
前記現像方法は、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーの発生領域を、現像剤担持体が有する磁界発生手段で調整することを特徴とする現像方法。

#### 【請求項 7】

請求項 6 に記載の現像方法において、  
前記遊離トナーの発生領域は、像担持体と現像剤担持体との最近接位置より現像剤移動方向の上流側にある領域であることを特徴とする現像方法。

**【請求項 8】**

請求項 6 に記載の現像方法において、  
前記遊離トナーの発生領域は、像担持体と現像剤担持体との最近接位置を含む領域であることを特徴とする現像方法。

**【請求項 9】**

請求項 1 乃至 8 の何れかに記載の現像方法において、  
前記磁気ブラシが像担持体を摺擦することを特徴とする現像方法。

**【請求項 10】**

請求項 1 乃至 9 の何れかに記載の現像方法において、  
前記現像方法は、印加する電界が、交番電界であることを特徴とする現像方法。

**【請求項 11】**

像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体が、  
トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を表面にトナーを有する磁性キャリアが集合した穂と、磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーとを含む磁気ブラシを形成する現像装置であって、

前記現像装置は、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーについて、

像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における遊離トナーの飛翔速度の平均が $1m/s$ 以下であることを特徴とする現像装置。

**【請求項 12】**

像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体が、  
トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を表面にトナーを有する磁性キャリアが集合した穂と、磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーとを含む磁気ブラシを形成する現像装置であって、

前記現像装置は、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動さ

せ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーについて、

像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における遊離トナーの飛翔速度分布の標準偏差が0.51以上であることを特徴とする現像装置。

#### 【請求項 1 3】

像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体が、トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を表面にトナーを有する磁性キャリアが集合した穂と、磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーとを含む磁気ブラシを形成する現像装置であって、

前記現像装置は、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーについて、

像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=200V$ における遊離トナーの飛翔速度の平均が $0.65m/s$ 以下であることを特徴とする現像装置。

#### 【請求項 1 4】

請求項 1 1 乃至 1 3 の何れかに記載の現像装置において、  
前記現像装置は、前記現像領域で磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーを用いて像担持体上の潜像へ移動させ、さらに、その後、磁性キャリアから像担持体へのトナーの移動及び像担持体から磁性キャリアへのトナーの移動により像担持体上の潜像を現像することを特徴とする現像装置。

#### 【請求項 1 5】

潜像を形成する像担持体と、像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体を有する現像装置とを配置して、トナー像を形成する画像形成装置であって、

トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担



持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を上記磁性キャリア表面から離脱した遊離トナーを含む磁気ブラシを形成する現像担持体を有する現像装置を用いてトナー像を形成し、このトナー像の形成に際しては、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーを用いるものであって、

像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における遊離トナーの飛翔速度の平均が $1m/s$ 以下であることを特徴とする画像形成装置。

#### 【請求項 16】

潜像を形成する像担持体と、像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体を有する現像装置とを配置して、トナー像を形成する画像形成装置であって、

トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を上記磁性キャリア表面から離脱した遊離トナーを含む磁気ブラシを形成する現像担持体を有する現像装置を用いてトナー像を形成し、このトナー像の形成に際しては、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーを用いるものであって、

像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における遊離トナーの飛翔速度分布の標準偏差が $0.51$ 以上であることを特徴とする画像形成装置。

#### 【請求項 17】

潜像を形成する像担持体と、像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体を有する現像装置とを配置して、トナー像を形成する画像形成装置であって、

トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を

上記磁性キャリア表面から離脱した遊離トナーを含む磁気ブラシを形成する現像担持体を有する現像装置を用いてトナー像を形成し、このトナー像の形成に際しては、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーを用いるものであって、

像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=200V$ における遊離トナーの飛翔速度の平均が $0.65m/s$ 以下であることを特徴とする画像形成装置。

#### 【請求項 18】

請求項 15 乃至 17 の何れかに記載の画像形成装置において、

前記画像形成装置は、前記現像領域で、現像剤担持体上で磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生ずる遊離トナーを像担持体上の潜像へ移動させ、さらに、その後、磁性キャリアから像担持体へのトナーの移動及び像担持体から磁性キャリアへのトナーの移動により、像担持体上の潜像を現像してトナー像を形成することを特徴とする画像形成装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、現像方法及び画像形成装置に関し、複写機、プリンタ、ファクシミリ等の画像形成装置に適用可能なものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

(a) 現在、複写機、プリンタ、ファクシミリ等の画像形成装置では、光導電性を有する感光層を表面に設ける像担持体（以下、「感光体」と記す。）と現像剤を収納する現像装置によってトナー像が形成される。現像装置には、主にトナーと磁性キャリアによって構成される二成分現像剤（以下、単に「現像剤」と記す。）が、カラー化が容易なことから広く用いられている。現像剤は、現像装置内の攪拌・混合により摩擦帯電させ、この静電電荷によってトナーを磁性キャ

リア表面に静電的に付着させている。このトナーを付着させた磁性キャリアは、内部に磁石を配置する現像剤担持体（以下、「現像スリーブ」と記す。）表面に磁力で引きつけられて、回転する現像スリーブ上を搬送される。

#### 【0003】

現像スリーブの感光体に最近接する位置には、現像のための磁石（以下、「現像主磁石」と記す。）が現像スリーブ内部に配置されている。搬送される現像剤が、この現像主磁石に近づくにつれて、現像主磁石の磁力線に沿って、現像剤中の多数の磁性キャリアが集合して穂又はチェーンを形成する。この多数の穂が、まるでブラシのように見えることから磁気ブラシと、一般に呼称され、この磁気ブラシの状態を利用する現像方式を磁気ブラシ現像と呼称されている。この磁気ブラシ現像では、誘電体である磁性キャリアが、感光体と現像スリーブ間の電界強度を高めることで、磁気ブラシの穂の先端にいる磁性キャリア表面からトナーが現像され则认为られている。従ってこれまでは、この磁性キャリアが集合した穂によって形成される磁気ブラシがない部分は、トナーの現像に利用されていなかった。そのために、トナーが現像できる部位は限られた領域であったために、現像されるトナーを多くすることは、他の条件を調整する下では非常に困難であった。

（b） この限られた領域の中で、高濃度の画像を得る現像方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。この特許文献1には、二成分現像剤を用いて、磁性粒子の穂に担持されたトナー粒子と現像剤担持体上に担持されたトナー粒子とを交番電界により現像する現像方法が提案されている。

#### 【0004】

また別の方法として高濃度、低地カブリ達成のために予め感光体上にトナーを保持させ、次いで余分なトナーを取り除くものがある（例えば、特許文献2、3参照）。これら特許文献2、3等では、内部に磁石を有する静電潜像保持体の表面に担持された磁性トナーを内部に磁石を有する電極ローラーと接触させて画像部以外の不要トナーを除去する装置が開示される。

#### 【0005】

また、第1の現像ロールで現像を行った後、キャリアのみが供給される第2の

現像ロールで余分なトナーを吸着除去する装置が開示される（例えば特許文献 4 参照）。

#### 【0 0 0 6】

しかし、上記提案の現像方法では、現像領域は磁性キャリア等が摺擦している領域であって、この領域にある磁性キャリア等の穂に保持されたトナーと現像スリーブ上のトナーだけでは十分な高濃度の画像を得ることが困難である。また、磁性キャリア等の穂が少ないため電極効果によりソリッド部のベタ埋まりの良い滑らかな高品位の画像を得るのは困難である。さらに、現像電界は磁性粒子等の穂に保持されたトナーの現像スリーブへの移動を発生させるためこのトナーによるスリーブ汚れを生じる。そしてこのスリーブ汚れ部は現像電界を周辺と異なったものにするためハーフトーン画像に残像を発生させる。

#### 【0 0 0 7】

また、特許文献 2、3 等が開示された方法では感光体の内部にも磁石が必要であり、かつ磁性を有するトナーによる現像方式に適用されるだけであるからコスト高を招き、カラー化には対応できない不都合がある。さらに、特許文献 4 に開示の方法では、現像ローラが 2 本必要になる上に、常に新鮮な磁性キャリアのみを供給し続けなければならないという不具合がある。この場合もコスト高を招く。一方、トナー飛翔に関する技術として、小粒径（4  $\mu$ m 以下）一成分トナーの形状効果と空気抵抗との関係を規定したものがある（例えば、特許文献 5 参照）。

#### 【0 0 0 8】

しかし、上記提案の現像方法では、現像領域は磁性粒子が摺擦している領域であって、この領域にある磁性粒子の穂に保持されたトナー粒子と現像剤担持体上のトナー粒子だけでは十分な高濃度の画像を得ることが困難である。また、磁性粒子の穂が少ないため電極効果によりソリッド部のベタ埋まりの良い滑らかな高品位の画像を得るのは困難である。また、感光体表面に付着したトナーの画像部以外への付着を抑制してトナーによる画像汚れを防ぎ、地肌画像の汚れを改善することは困難である。

#### 【0 0 0 9】

**【特許文献 1】**

特許第 2 6 6 8 7 8 1 号

**【特許文献 2】**

特開平 6 - 2 0 8 3 0 4 号公報

**【特許文献 3】**

特開平 7 - 3 1 9 1 7 4 号公報

**【特許文献 4】**

特開平 5 - 4 6 0 1 4 号公報

**【特許文献 5】**

特開平 9 - 2 2 2 7 9 9 号公報

**【0 0 1 0】****【発明が解決しようとする課題】**

本発明の課題は、画像部における現像性能を向上し、非画像部における地肌画像の汚れを改善した現像方法及びこの方法を使用する現像装置及び画像形成装置を提供することにある。

**【0 0 1 1】****【課題を解決するための手段】**

本発明は、前記課題を達成するため以下の構成とした。

(1) 像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体が、トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を表面にトナーを有する磁性キャリアが集合した穂と、磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーとを含む磁気ブラシで現像する現像方法であって、前記現像領域で磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーについて、像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=40$  0Vにおける当該遊離トナーの飛翔速度の平均が1m/s以下であることとした（請求項 1）。

(2) 像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持

体が、トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を表面にトナーを有する磁性キャリアが集合した穂と、磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーとを含む磁気ブラシで現像する現像方法であって、前記現像領域で磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーについて、像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における遊離トナーの飛翔速度分布の標準偏差が0.51以上であることとした（請求項2）。

(3) 像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体が、トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を表面にトナーを有する磁性キャリアが集合した穂と、磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーとを含む磁気ブラシで現像する現像方法であって、前記現像領域で磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーについて、像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=200V$ における遊離トナーの飛翔速度の平均が0.65m/s以下であることとした（請求項3）。

(4) (1)乃至(3)の何れかに記載の現像方法において、前記現像方法は、前記現像領域で磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーを用いて像担持体上の潜像へ移動させ、さらに、その後、磁性キャリアから像担持体へのトナーの移動及び像担持体から磁性キャリアへのトナーの移動により像担持体上の潜像を現像することとした（請求項4）。

(5) (1)乃至(4)の何れかに記載の現像方法において、前記現像方法は、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーの発生領域を、遊離トナーが潜像に移動できる現像領域にすることとした（請求項5）。

(6) (1)乃至(5)の何れかに記載の現像方法において、前記現像方法は、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーの発生領域を、現像剤担持体が有する磁界発生手段で調整することとした(請求項6)。

(7) (6)に記載の現像方法において、前記遊離トナーの発生領域は、像担持体と現像剤担持体との最近接位置より現像剤移動方向の上流側にある領域とした(請求項7)。

(8) (6)に記載の現像方法において、前記遊離トナーの発生領域は、像担持体と現像剤担持体との最近接位置を含む領域とした(請求項8)。

(9) (1)乃至(8)の何れかに記載の現像方法において、前記磁気ブラシが像担持体を摺擦することとした(請求項9)。

(10) (1)乃至(9)の何れかに記載の現像方法において、前記現像方法は、印加する電界が、交番電界であることとした(請求項10)。

(11) 像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体が、トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を表面にトナーを有する磁性キャリアが集合した穂と、磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーとを含む磁気ブラシを形成する現像装置であって、前記現像装置は、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーについて、像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における遊離トナーの飛翔速度の平均が $1m/s$ 以下であることとした(請求項11)。

(12) 像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体が、トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を表面にトナーを有する磁性キャリアが集合した穂と、磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーとを含む磁気ブラシを形成する現像装置であって、前記現像装置は、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、こ

の流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーについて、像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における遊離トナーの飛翔速度分布の標準偏差が $0.51$ 以上であることとした（請求項 1 2）。

（1 3） 像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体が、トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を表面にトナーを有する磁性キャリアが集合した穂と、磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーとを含む磁気ブラシを形成する現像装置であって、前記現像装置は、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーについて、像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=200V$ における遊離トナーの飛翔速度の平均が $0.65m/s$ 以下であることとした（請求項 1 3）。

（1 4） （1 1）乃至（1 3）の何れかに記載の現像装置において、前記現像装置は、前記現像領域で磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーを用いて像担持体上の潜像へ移動させ、さらに、その後、磁性キャリアから像担持体へのトナーの移動及び像担持体から磁性キャリアへのトナーの移動により像担持体上の潜像を現像することとした（請求項 1 4）。

（1 5） 潜像を形成する像担持体と、像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体を有する現像装置とを配置して、トナー像を形成する画像形成装置であって、トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を上記磁性キャリア表面から離脱した遊離トナーを含む磁気ブラシを形成する現像担持体を有する現像装置を用いてトナー像を形成し、このトナー像の形成に際しては、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーを用いるものであって、像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直



流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における遊離トナーの飛翔速度の平均が $1\text{ m/s}$ 以下であることとした（請求項 1 5）。

（1 6） 潜像を形成する像担持体と、像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体を有する現像装置とを配置して、トナー像を形成する画像形成装置であって、トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を上記磁性キャリア表面から離脱した遊離トナーを含む磁気ブラシを形成する現像担持体を有する現像装置を用いてトナー像を形成し、このトナー像の形成に際しては、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーを用いるものであって、像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における遊離トナーの飛翔速度分布の標準偏差が $0.51$ 以上であることとした（請求項 1 6）。

（1 7） 潜像を形成する像担持体と、像担持体に対向して配置され、内部に磁界発生手段を有する現像剤担持体を有する現像装置とを配置して、トナー像を形成する画像形成装置であって、トナーとトナーを保持する磁性キャリアとを含む二成分現像剤を担持し、像担持体との間に形成される現像領域に搬送し、像担持体表面上に形成される潜像を上記磁性キャリア表面から離脱した遊離トナーを含む磁気ブラシを形成する現像担持体を有する現像装置を用いてトナー像を形成し、このトナー像の形成に際しては、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーを用いるものであって、像担持体の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=200V$ における遊離トナーの飛翔速度の平均が $0.65\text{ m/s}$ 以下であることとした（請求項 1 7）。

（1 8） （1 5）乃至（1 7）の何れかに記載の画像形成装置において、前記画像形成装置は、前記現像領域で、現像剤担持体上で磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生ずる遊離トナーを像担持体上の潜像へ移動させ、さらに、その後、磁性キャリアから像担持体へのトナーの移動及び像担持体から磁性キャリアへのトナ

一の移動により、像担持体上の潜像を現像してトナー像を形成することとした（請求項 1 8）。

#### 【 0 0 1 2 】

##### 【発明の実施の形態】

#### [ 1 ] 現像方法

本発明の現像方法は、現像領域内で、トナー T を有する磁性キャリア C r が集合した穂と、磁性キャリア C r 表面から離脱させる遊離トナー T とを含む磁気ブラシを形成する現像方法である。図 1 は、本発明の現像方法における現像領域内で二成分現像剤の状態を模式的に表した概略図である。

#### 【 0 0 1 3 】

ここで、現像領域とは、磁性キャリア C r が集合する穂が磁気ブラシを形成しているか又は現像スリーブ 1 1 1 上に薄い現像剤層を形成しているかの状態に係わらず現像剤中のトナー T が像担持体としての曲率を有した感光体 1 0 0 に向かって移動する領域をいう。この現像領域を、図 1 に示すように、現像領域前域部 A、現像領域中域部 B、現像領域後域部 C に分けることができる。

#### 【 0 0 1 4 】

現像領域前域部とは、図 1 中に符号 A で示すように、現像主磁力分布 P 1 （図 1 0、図 1 1 参照）近傍に近づいた現像剤中の磁性キャリア C r は、表面にトナー T を有しながら、複数の磁性キャリア C r が集合して穂を形成し、さらに、その磁力線に沿って磁性キャリア C r の穂が立ち上がり始める領域をいう。

#### 【 0 0 1 5 】

ここで、現像主磁力分布 P 1 は、図 1 0、図 1 1 における現像スリーブ 1 1 1 の感光体 1 0 0 に最近接する位置、つまり、現像スリーブ 1 1 1 と感光体 1 0 0 の各中心を通る線分上の最接近位置 M 0 上に位置し、該磁力分布を形成するための磁石は、現像スリーブ 1 1 1 の内部に配置されている。

#### 【 0 0 1 6 】

現像スリーブ 1 1 1 内には、上記二成分現像剤の磁気ブラシを形成するための現像主磁力分布、現像スリーブ 1 1 1 上に現像剤を汲み上げる汲み上げ磁力分布、現像スリーブ 1 1 1 上に汲み上げられた現像剤を搬送する搬送用磁力分布、ま

た、現像した後の現像剤を現像装置 110 内に回収するための搬送用磁力分布等を形成するための磁石を配置している。これらの磁石は、現像スリーブ 111 内部の円柱状の磁石ローラ体 111A の周方向に間隔を置いて配置されている。但し、図 10、図 11 において、これら磁石は図示を省略し、これらの磁石により生ずる磁力分布を  $P_1 \sim P_5$  の符号で示している。

#### 【0017】

発明者らは、実体顕微鏡（オリンパス社製：SZH10）とハイスピードカメラ（フォトロン社製：FASTCAM-Ultima-I<sup>2</sup>）とを用いて、9000～40500コマ/秒の撮影速度で撮影した映像により図 1 の現像領域前域部 A から現像領域中域部 B、および現像領域後域部 C にかけての磁性キャリア  $C_r$  とトナー T の挙動を解析した。

#### 【0018】

このときの挙動の特徴は、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動し、この流動の過程で磁性キャリア表面から穂に含まれるトナー T が飛び出す所にある。このときに、磁性キャリア  $C_r$  から飛び出して、離脱したトナー T を遊離トナー T と呼ぶことにした。すなわち、本発明は、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動し、この流動の過程で磁性キャリア表面から穂に含まれるトナー T が飛び出す現象を用いた新規な現像方法に関するものである。

#### 【0019】

図 2 は、本発明の現像方法における現像領域前域部 A での磁性キャリア  $C_r$  の穂の立ち上がる状況を示す模式図である。図 10、図 11 に示すような磁力分布  $P_1 \sim P_5$  の位置では、磁石の極性に係わらず磁気ブラシを形成し、磁力分布の間では薄い層になっている。

#### 【0020】

図 2 に示すように、それまで磁性キャリア  $C_r$  の集団の現像剤層中に閉じこめられている磁性キャリア  $C_r$  は、互いに磁力を有しているために、磁力分布間では法線方向の磁力線は小さいが、互いに隣接する磁石は逆極になっているために周方向の磁力線は大きく、そのために磁石（磁力分布）間では磁石（磁力分布）

上のものと比較して薄い磁性キャリアC r の集団である現像剤層を形成する。磁性キャリアC r は、この磁力線に沿って配列するために現像剤層の集団の中に留めておかれる。同時に、磁性キャリアC r 表面に存在するトナーも、現像剤層中に埋もれてしまい、感光体 1 0 0 に対向したトナーTは、非常に少なくなっている。

#### 【 0 0 2 1 】

しかし、この現像剤層が現像主磁力分布 P<sub>1</sub> の近傍位置にくると、いくつかの磁性キャリアC r が集合して穂を形成して立ち上がる。この穂を形成するために集合する磁性キャリアC r の個数は、一般に現像剤規制部材 1 1 4 (図 1 0 参照) を通過する現像剤の量で決定されるが、それ以外にも磁性キャリアC r の磁氣的性質、現像主磁力分布 P<sub>1</sub> の大きさ、現像主磁力分布を形成する磁石の形状、該磁石の配置の形態による磁力線の大きさ及び傾き、さらに、現像スリーブ 1 1 1 の直径等によって決定される。

#### 【 0 0 2 2 】

また、現像主磁力分布 P<sub>1</sub> を形成する磁石は不動の磁石ローラ体 1 1 1 A 上に固定されているが、現像スリーブ 1 1 1 は回転しているために立ち上がり始めた穂の位置における磁力線の角度、大きさも変わっていく。このとき、磁性キャリアC r の磁気応答性に遅れがあるため、磁力線に沿った形状に磁気ブラシがすぐに揃わない、さらに、多数の磁性キャリアC r が集合した穂は、集団からの拘束力から抜け出して立ち上がるが、現像主磁力分布 P<sub>1</sub> の大きな磁場が作用し、すべての磁性キャリアC r の磁氣的な極性は同一方向を向いているおり、互いに反発力が作用している。これらのために、磁性キャリアC r の現像剤層が突然に割れて、磁性キャリアC r の穂が磁気ブラシとして立ち上がる。

#### 【 0 0 2 3 】

従って、磁性キャリアC r が穂を形成して立ち上がることで、トナーTが磁性キャリアC r の集団の中に閉じこめられていたのが空間に解放され、さらに、磁性キャリアC r の表面に吸着しているトナーTに大きな遠心力および慣性力が作用することで、トナーTは磁性キャリアC r 表面から離脱して現像空間に解放され遊離トナーTとなる。

## 【0024】

また、磁性キャリアC<sub>r</sub>表面から離脱させた遊離トナーTは、磁性キャリアC<sub>r</sub>との静電的付着力、物理的付着力が作用していないために、現像電界等によって容易に移動させることができる。

## 【0025】

図3は、磁性キャリアC<sub>r</sub>の穂の状況によるトナーの離脱状況を説明するために示す模式図である。図3(a)は、磁性キャリアC<sub>r</sub>の穂が立ち上がる時のトナーの離脱状況を説明するために示す模式図であり、図3(b)は、磁性キャリアC<sub>r</sub>の穂が完全に立ち上がり、感光体100に最近接したときのトナーの離脱状況を説明するために示す模式図である。ここで、図3(a)、(b)中の磁性キャリアC<sub>r</sub>の斜線部分は、磁性キャリアC<sub>r</sub>上のトナーTが離脱可能な領域を示し、矢印の方向は電界の方向を示し、矢印の長さは電界強度を示している。

## 【0026】

磁性キャリアC<sub>r</sub>上の電界強度は、当然のことながら印加される現像バイアス、磁性キャリアC<sub>r</sub>の電気抵抗、粒径等の影響を受ける。磁性キャリアC<sub>r</sub>は、現像領域に入ると、ほぼ瞬間的に現像スリーブ111とほぼ同電位になるために、感光体100に近いほど又は磁性キャリアC<sub>r</sub>の穂が尖っている所ほど電界強度が強くなる。

## 【0027】

従って、図3(b)では、先端にあつて、感光体100側の数個の磁性キャリアC<sub>r</sub>からしかトナーTが離脱しない。しかし、図3(a)に示すように、感光体100側(図中の上側)を向いている磁性キャリアC<sub>r</sub>の個数が多く、トナーTが離脱し易くなっている。また、磁性キャリアC<sub>r</sub>が重なると、電位的には一つの大きな導電体の固まりとして振る舞うために、現像スリーブ111に近い磁性キャリアC<sub>r</sub>上のトナーTでも離脱しやすくなる。

## 【0028】

本発明の現像方法は、磁性キャリアC<sub>r</sub>の粒径等の粉体特性、磁化の強さ等の磁気特性と現像主磁力分布P<sub>1</sub>の磁束密度等の磁気特性、幅及び形状等の形態特性により磁性キャリアC<sub>r</sub>表面のトナーTに作用する力を制御し、遊離トナーTを

発生させることができる。

#### 【0029】

さらに、この遊離トナーTを有する磁気ブラシを形成することで、感光体100上の潜像Lに対するトナーT付着量を大きくすることができ、いわゆる現像性の高い現像方法を得ることができる。また、本発明の現像方法は、現像領域の最初の現像領域前域部Aで、低い電界でも現像できる遊離トナーTを生じさせることで、いわゆる現像性の高い現像方法を得ることができる。

#### 【0030】

本発明の現像方法は、図1中の現像領域中域部B内で、表面にトナーTを有する磁性キャリアCrから、トナーTを感光体100に散布して現像するものである。この感光体100へのトナーTの散布は磁気ブラシの穂が感光体100に強く接触することにより生ずる。

#### 【0031】

図4は、本発明の現像方法における現像領域中域部Bでの磁性キャリアCrの穂が感光体100に強く接触する状況を示す模式図である。

図4において、現像スリーブ111上で、現像領域中域部Bにおける磁性キャリアCrが集合して形成される穂の大きさ、特にその高さは、上述したように、磁性キャリアCrの粒径等の粉体特性、磁化の強さ等の磁気特性と現像主磁力分布P1の磁束密度等の磁気特性、幅及び形状等の形態的特性により決定される。そのために、現像領域中域部Bでは、現像スリーブ111上にある磁性キャリアCrの穂は、現像スリーブ111上で滑る場合を除いて、ほぼ現像スリーブ111と同じ速度で移動している。そのために、磁性キャリアCrの穂の高さが現像スリーブ111と感光体100との距離よりも高くなる場合は、現像主磁力分布P1の磁力線に沿って立ち上がる速度と現像スリーブ111の周速の両方の速度を以って感光体100に強く接触する。

#### 【0032】

また、感光体100に強く接触する前に、磁性キャリアCrの穂が完全に立ち上がっていたとしても、現像スリーブ111と感光体100の現像領域の中心部（最接近位置M0部）が最もその間の距離が狭くなっており、したがって、磁性

キャリアC<sub>r</sub>の穂は、現像スリーブ111と感光体100が共に曲面のため、対向面間距離が次第に狭くなっていく方向に移動して行くため、磁性キャリアC<sub>r</sub>の穂の高さが、現像スリーブ111と感光体100との間の最近接部よりも大きい場合は、磁性キャリアC<sub>r</sub>の穂は、現像スリーブ111の周速から感光体100の周速を相殺した速度で感光体100に強く接触する。

#### 【0033】

このときに、磁性キャリアC<sub>r</sub>上に静電的に付着しているトナーTが、衝撃によって磁性キャリアC<sub>r</sub>表面から離脱し、遠心力による運動の慣性力、感光体100表面の潜像Lによる電界と現像スリーブ111と感光体100間に印加されている電界によって、感光体100上に現像される。

#### 【0034】

本発明の現像方法は、図1中の現像領域後域部C内で、磁気ブラシを感光体100に摺擦させて、磁性キャリアC<sub>r</sub>からトナーTを現像する。ここで、現像領域後域部Cは、磁性キャリアC<sub>r</sub>の磁気ブラシが、感光体100に摺擦したまま現像スリーブ111上を搬送される領域である。

#### 【0035】

図5は、反転現像方式における現像バイアスとして、例えば図11におけるバイアス電源VPに直流電界を印加している状態を示す模式図である。

図6は、本発明の現像方法における現像領域後域部Cで、トナーTが現像される状況を示す模式図である。図6(a)は画像部(潜像L)が現像される際のトナーTが磁性キャリアC<sub>r</sub>上を移動する状況を示す模式図であり、図6(b)は非画像部領域でのトナーTが移動する状況を示す模式図である。図6(a)では、感光体100上のトナーTが画像部(潜像L)で、感光体100に着く向きに力を受ける様子を矢印で示し、図6(b)では、非画像部において感光体100上のトナーTが、感光体100から離れる向きに力を受ける様子を矢印で示している。

#### 【0036】

現像スリーブ111と感光体100の間には、通常トナーTを現像するための直流バイアスが印加されている。有機顔料をキャリア生成材料に用いる有機感

光体 100 では、一般に負極性の電荷を乗せることが多い。現像方式の中で、感光体 100 に乗せる帯電電荷の極性は大きな問題ではない。

#### 【0037】

レーザー光線で書き込む場合、書込み量を少なくするために文字部を露光するため、この部分の帯電電荷がキャリア生成材料から生成される正孔により中和されて図 5 に示すように、帯電電位が画像部（文字部、潜像 L ともいう）の電位である画像部電位に低下する。この低下した電位の画像部に、バイアス電源 VP により負側に偏倚した直流電圧を印加することで、負極性の遊離トナー及び磁性キャリアに保持されたトナーに、現像スリーブ 111 側から画像部に向かうベクトルが作用する。感光体 100 上の非画像部に仮にトナーが存在したとしても、非画像部側から現像スリーブ 111 側へ向かうベクトルが作用することにより、非画像部から確実に離間させられて、地肌汚れが防止できる。

#### 【0038】

現像領域後域部 C では、感光体 100 側に開かれた空間を有する磁性キャリア Cr 上のトナー T は、感光体 100 と現像スリーブ 111 との間の電界及び感光体 100 と磁性キャリア Cr との間に生ずる電界により感光体 100 の潜像 L に向かい飛翔して現像される。

#### 【0039】

一方、トナー T が現像領域前域部 A 又は現像領域中域部 B で現像されたために表面に存在するトナー T が少なくなつて、帯電量が過多になった磁性キャリア Cr は、感光体 100 を摺擦しながら移動するために、先に現像したトナー T に追いつき、強く接触することでその衝撃力と、互いに逆極性に帯電していることから生ずる静電的なクーロン力とによって、磁性キャリア Cr 表面に吸着させて、感光体 100 から離脱させる。この場合、主に感光体 100 上の非画像部では、帯電装置による静電荷が少ないために、トナー T を感光体 100 に吸着しておく電界が小さいことから、非画像部のトナー T を感光体 100 から離脱させることが多い。このために、非画像部における地汚れを防止して、高品位の画像を得ることができる。

#### 【0040】



また、本発明の現像方法は、感光体 100 に対向して配置され、内部に磁石を有する現像スリーブ 111 が、トナー T とトナー T を保持する磁性キャリア C<sub>r</sub> とを含む二成分現像剤を表面に担持し、感光体 100 との間に形成される現像領域に搬送し、感光体 100 表面上に形成される潜像 L をトナー T で現像されるが、このときに、現像スリーブ 111 は、現像領域前域部 A で、表面にトナー T を有する磁性キャリア C<sub>r</sub> が集合した穂と、磁性キャリア C<sub>r</sub> の集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア C<sub>r</sub> 表面から離脱させる遊離トナー T と含む磁気ブラシを形成し、離脱トナー T を潜像 L に移動・現像させて、かつ、その後の現像領域内で形成される磁気ブラシを感光体 100 に強く接触させて、感光体 100 へのトナー T の散布を生じさせ現像し、かつ現像領域内の磁性キャリア C<sub>r</sub> を感光体 100 に摺擦又は近接させて現像する。

#### 【0041】

このとき、感光体 100 の電位を  $V_{PC}$ 、現像スリーブ 111 の電位の直流成分を  $V_{DC}$  としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$  における遊離トナーの飛翔速度の平均が  $1m/s$  以下で、遊離トナーの飛翔速度分布の標準偏差が  $0.51$  以上とする。また、感光体 100 の電位を  $V_{PC}$ 、現像スリーブ 111 の電位の直流成分を  $V_{DC}$  としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=200V$  における遊離トナーの飛翔速度の平均を  $0.65m/s$  以下とする。

#### 【0042】

詳細には、現像領域前域部 A では、磁性キャリア C<sub>r</sub> が集合して穂になり、立ち上がるときにトナー T を磁性キャリア C<sub>r</sub> から離脱させる。これに、現像バイアスを印加することで、そのまま感光体 100 に向かわせて現像することができる。

#### 【0043】

さらに、現像領域中域部 B では、磁性キャリア C<sub>r</sub> の穂がさらに感光体 100 に接触し、磁性キャリア C<sub>r</sub> 上のトナー T を感光体 100 上に散布して、感光体 100 の潜像 L を現像する。さらに、この接触により、先に現像されている感光体 100 上のトナー T を吸着され、再び磁性キャリア C<sub>r</sub> 上に回収する。

#### 【0044】

これにより、現像領域前域部 A、現像領域中域部 B における現像で非画像部又

は低電位の画像部の潜像Lに現像されたトナーTを引き戻されるので高品位の画像を得る。さらに、現像領域後域部Cでは、磁気ブラシ先端の磁性キャリアC<sub>r</sub>が感光体100に摺擦又は近接して、印加される現像バイアスによりトナーTで感光体100上の潜像Lを現像する。

#### 【0045】

現像領域前域部Aでの遊離トナーTを詳細に観察したところ、特に $V_{PC}-V_{DC}=400V$ において、そしてトナーTの飛翔する距離が短いときに（すなわち、現像領域中域部Bに近づくほど）2個から10個程度のトナーTが凝集した状態で遊離していることがわかった。そしてこの凝集したトナーTは、空中で別のトナーと衝突することではぐされることがわかった。これには、トナーの飛翔速度分布が広いほど、すなわち飛翔速度の遅いトナーに早いトナーが衝突されるため、飛翔速度分布の標準偏差が0.51以上であることが好ましい。

#### 【0046】

さらに遊離トナーTが感光体100に付着する際、既に現像されているトナーTを弾き飛ばしてしまうことがあることがわかった。この現象は遊離トナーTの飛翔速度に依存しており、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における遊離トナーの飛翔速度の平均を1m/s以下にすることで抑制される。

#### 【0047】

またハーフトーン部や画像エッジ部に相当する $V_{PC}-V_{DC}=200V$ の領域において、遊離トナーTの飛翔速度が大きいとその周辺の非画像部領域にトナーTが付着しまったり（地肌汚れとなる）、エッジの強調された画像となってしまうことがわかった。このため、 $V_{PC}-V_{DC}=200V$ における遊離トナーの飛翔速度の平均を0.65m/s以下とすることが好ましい。さらに、こうすることで、ドット形状の整った、ドット太りのない、大きさが均一な高品位の画像を得ることができる。

#### 【0048】

本発明の現像方法では、磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させる遊離トナーの発生領域を現像スリーブ111の感光体100に向いている面全体とし、遊離トナーが潜像に移動できる現像領域にすることで現像領域において遊離トナーによる高

品質の現像性能を可能にする。

#### 【0049】

また、かかる遊離トナーの発生領域たる現像領域を、現像スリーブ111が有する磁界発生手段たる磁石による磁力分布の位置を適宜に設定することにより調整することができる。

#### 【0050】

本例では、現像スリーブ111の感光体100に向いている面全体を現像領域とし、その中で、磁性キャリアC<sub>r</sub>の運動態様が特徴的な3領域に注目した磁性キャリアC<sub>r</sub>の運動態様を制御することで感光体100上のトナー付着量を多くして高品位の画像を得ることができる。

#### 【0051】

また、バイアス電源V<sub>P</sub>により印加する現像バイアスにより生ずる現像電界は、前記例のように直流成分ばかりでなく、直流と交流を重畳させて発生させる交番電界を用いると好適である。前域部Aでの遊離トナーTは、磁気ブラシの遠心力・慣性力と電界によるクーロン力で飛翔するが、このとき交流電界を用いた場合、トナー飛翔はクーロン力が支配的になる。このため、遊離トナーTは電界の方向、すなわち潜像Lの方向へ向く。したがって、地肌汚れを最小限に抑えることが可能となる。

#### 【0052】

図7は、反転現像方式において直流に交流を重畳させた交番電界を印加している状態を示す模式図である。さらに詳しくは直流と交流を重畳した電圧を発生する電源を用いて、現像バイアスの印加する電界を交番電界とし、反転現像方式における現像状態を模式的に示している。かかる電源としては、図11における電源V<sub>P</sub>に、交番電圧電源を用いることで達成している。

#### 【0053】

図7において、上述した直流電界の場合と同じように、例えば、負極性トナーTは、現像スリーブ111と感光体100との間に印加された電界により現像される。この場合も、現像スリーブ111上の磁性キャリアC<sub>r</sub>が誘電体であるために、さらに電界が強められることにより、磁性キャリアC<sub>r</sub>上に付着している

トナー T が、感光体 100 の潜像 L に現像される。

【0054】

さらに、交番電界が印加されていることにより、現像されるトナー T が振動するように運動し、次第に潜像 L に忠実に揃えられ高品位の画像を得ることができる。また、ここでも、感光体 100 に磁気ブラシの穂が近接していると磁性キャリア C<sub>r</sub> によって強調された電界が生ずるために、この部分でトナー T が振動するようにより激しく運動し、さらに、潜像 L に忠実に揃えられ高品位の画像を得ることができる。

【0055】

つまり、現像バイアス電界として、負側に偏倚した交番電界が印加されていることにより、画像部においては遊離トナー T は画像部に向かう強弱のベクトルの作用を受けつつ確実に画像部に到達し、非画像部に仮に存在したとしても、非画像部側から現像スリーブ 111 側へ向かう強弱のベクトルの作用を受けつつ確実に非画像部から離間させられて地肌汚れが防止される。

【0056】

図 8 は、本発明の現像方法における現像領域後域部 C で、トナー T が現像される状況を示す模式図である。図 8 (a) は、交番電界下で画像部の潜像 L が現像される際のトナー T が磁性キャリア C<sub>r</sub> 上を移動する状況を示す模式図であり、図 8 (b) は交番電界下で非画像部領域でのトナー T が移動する状況を示す模式図である。現像スリーブ 111 と感光体 100 との間には、通常トナー T を現像するための交番電界が印加されている。上述した直流電界と同じように、例えば、負極性トナー T は、現像スリーブ 111 と感光体 100 との間に印加された電界により現像される。

【0057】

この場合も、現像スリーブ 111 上の磁性キャリア C<sub>r</sub> が誘電体であるために、感光体 100 と磁性キャリア C<sub>r</sub> が集合した穂では、さらに電界が強調された電界が生ずることにより、磁性キャリア C<sub>r</sub> 上に付着しているトナー T が、感光体 100 の潜像 L に付着して現像がなされる。さらに、交番電界が印加されていることにより、現像されて感光体 100 上にあるトナー T が振動するように運動

し、次第に潜像Lに忠実に揃えられ高品位の画像を得ることができる。

#### 【0058】

また、ここでも、感光体100に磁気ブラシの穂が近接していると磁性キャリアC<sub>r</sub>によって強調された電界が生ずるために、この部分でトナーTが振動するようにより激しく運動し、さらに、潜像Lに忠実に揃えられ高品位の画像を得ることができる。なお、現像されないトナーTも、磁性キャリアC<sub>r</sub>表面上にあって、振動しているのが観察されている。これら図8（a）、（b）において、双方向に向く矢印によりトナーが振動する状態を示した。

#### 【0059】

さらに、本発明の現像方法は、現像領域で磁性キャリアC<sub>r</sub>の集合した穂が立ち上がる時に離脱させて生じる遊離トナーTの発生領域を、遊離トナーTが潜像に移動できる領域にする。

#### 【0060】

磁気ブラシが形成される現像領域前域部Aに発生するクラウド状ないしスモーク状の遊離トナーTは、その大部分が現像電界によって感光体100の画像部の潜像Lへ移動し易くなる。この現像状況を図9に基づいて段階的に説明する。図9は、本実施形態における現像方法が、現像領域で潜像Lを現像する状況を示す模式図である。

#### 【0061】

まず、図9（a）に示すように、磁気ブラシが形成される現像領域前域部Aにおいて、すなわち、磁気ブラシが現像スリーブ111に押し付けられた状態から起き上がる位置で、衝撃力、遠心力等によりトナーTが動き得る空間が形成され、磁性キャリアC<sub>r</sub>上のトナーT及び磁性キャリアC<sub>r</sub>が集合する穂と穂との間に挟まれたトナーTを離脱させる。これによって、多数の遊離トナーTがクラウド状ないしスモーク状に発生する。

#### 【0062】

この遊離トナーT群は、図9（b）に示すように、現像電界により感光体100の画像部である潜像Lに引き付けられ、現像される。非画像部では、電界は現像スリーブ111側へ向いており、遊離トナーTは磁性キャリアC<sub>r</sub>に戻るか現

像スリーブ 1 1 1 上に移動する。これにより、トナー T の使用効率を向上させることができるとともに、トナー飛散による装置内の汚れを防止することができる。

#### 【 0 0 6 3 】

また、本実施形態では、感光体 1 0 0 と現像スリーブ 1 1 1 が対向する部位において、例えば、図 1 1 に示すバイアス電源 V P により交番電界が印加される。さらに、本実施形態では、現像領域中域部 B 及び後域部 C で磁気ブラシが感光体 1 0 0 に接触しているため、磁気ブラシ先端の磁性キャリア C r （感光体 1 0 0 に近い磁性キャリア C r ）と感光体 1 0 0 との間に電極効果が働き、より画像部トナー層を均一化し、非画像部の地汚れトナー T を効率良くスキャベンジすることができる。この効果は、直流バイアス印加時にも有効である。また、従来の二成分接触現像方式に比べ、磁気ブラシが感光体 1 0 0 と接触している時間が短いため、横線細りや後端白抜け等の方向依存性も起こらない。

#### 【 0 0 6 4 】

さらに、交番電界と接近する磁気ブラシにより、図 9 （ b ）に示すように、磁気ブラシの先端の磁性キャリア C r と感光体 1 0 0 との間でトナー T が往復運動（振動）をする。このトナー T の往復運動は、画像部ではトナー層の均一化を助長してドット再現性のよい高画質化をもたらす、非画像部では地汚れトナー T に対してスキャベンジ効果をもたらす。

#### 【 0 0 6 5 】

このように、交番電界及び二成分接触現像により、図 9 （ c ）に示すように、磁気ブラシの先端の磁性キャリア C r と感光体 1 0 0 との間でトナー T が往復運動（振動）をする。このトナー T の往復運動は、画像部ではトナー層の均一化を助長してドット再現性のよい高画質化をもたらす、非画像部では地汚れトナー T に対してスキャベンジ効果をもたらす。

#### 【 0 0 6 6 】

これら図 9 （ a ） 、 （ b ） 、 （ c ） により説明した一連の現像態様は、現像領域で磁性キャリア C r の集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア C r 表面から離脱させて生じる遊離トナー T を用いて感

光体 100 上の潜像へ移動させ、さらに、その後、磁性キャリア C r から感光体 100 へのトナーの移動及び感光体 100 から磁性キャリア C r へのトナーの移動により像担持体上の潜像を現像する現像方法に相当する。

#### 【0067】

本発明の現像方法では、現像スリーブ 111 の内部に有する磁石（磁力分布 P<sub>1</sub> を生じさせる磁石）の中心は、現像領域内で、現像剤搬送方向の下流側に傾ける現像方法とすることが好ましい。これにより、現像領域前域部 A を広くすることができ、効果的に遊離トナー T を増やすことができる。

#### 【0068】

本発明の現像方法では、現像領域で磁性キャリア C r の集合した穂が立ち上がる時に離脱させて生じる遊離トナー T の発生領域を、現像剤担持体が有する磁界発生手段で調整する現像方法である。磁性キャリア C r の集合した穂が立ち上がるのは、現像スリーブ 111 内にある磁界発生手段である磁石の磁力線に沿って配列することによって生ずる。従って、この磁性キャリア C r の立ち上がり、調整することで、遊離トナー T の発生領域を調整することができる。

#### 【0069】

最終的な潜像へのトナー付着量は、求められる画質によって決定され、そのための調整手段は、プロセス条件・現像剤条件により制御できる。そのために、遊離トナー T の現像される量も、それらの条件の中で決定される。そのために、遊離トナー T の発生領域は、最近接部 M0 を中心に現像剤の搬送される移動方向の上流・下流のいずれかに配置しても良い。

#### 【0070】

遊離トナーの発生領域は、感光体 100 と現像スリーブ 111 との最近接位置 M0 より現像剤移動方向（本例では現像スリーブ 111 の回転方向）の上流側にある領域（現像領域前域部 A）とすることで、最近接位置 M0 の前で遊離トナーを発生させ、現像に寄与させることができる。また、遊離トナーの発生領域は、感光体 100 と現像スリーブ 111 との最近接位置 M0 を含む領域とすることで、現像バイアスが最も強い領域で遊離トナーによる現像を行なうことができる。

#### 【0071】

本発明の現像方法では、現像スリーブ111の線速 ( $V_s$ ) と感光体100の線速 ( $V_p$ ) との線速比 ( $V_s/V_p$ ) は、 $0.9 < V_s/V_p < 4$  の範囲にある現像方法とする。現像スリーブ111と感光体100は、対向している部分では同方向に回転している。現像スリーブ111の線速が感光体100の線速より小さくとも、つまり線速比 ( $V_s/V_p$ ) が1以下でも磁性キャリアCr表面から離脱させるトナーTが十分にあるため、現像されるトナー付着量を多く維持することが可能になる。線速比 ( $V_s/V_p$ ) は0.9より大きな線速比とした現像スリーブ111の回転により現像されるトナーTを多くして、画像濃度の高い画像を得ることができる。遊離トナーTの量によっては、更に線速比を下げられる可能性が残っている。

#### 【0072】

また、線速比 ( $V_s/V_p$ ) を大きくすると、現像領域中域部Bでの感光体100に接触する衝撃が大きくなるために、散布して現像されるトナー付着量は増加するが、衝撃により感光体100から離脱されるトナーTが増加する。さらに、現像領域後域部Cでは磁気ブラシが感光体100に摺擦すると、磁性キャリアCrの穂に接触する回数が増えるために感光体100から離脱させるトナー量が増加する。特に、線速比 ( $V_s/V_p$ ) が4以上では、ハーフトーン部の後端白抜けや横細線画像のカスレが多くなるため、線速比 ( $V_s/V_p$ ) は4未満であることが好ましい。

#### [2] 現像装置

本発明の現像装置110について説明する。以下に述べる現像装置は前記[1]で説明した本発明の現像方法を全て実施できるものとして構成されている。図10、図11において、感光体100の周囲には、感光体100表面を帯電するための帯電装置、一様帯電処理面に潜像Lを形成するためのレーザー光線Lbを出射する露光装置、感光体100表面の潜像Lに帯電トナーTを付着することでトナー像を形成する現像装置110、形成された感光体100上のトナー像をシート状媒体の一例としての記録紙へ転写するための転写装置、感光体100上の残留トナーTを除去するためのクリーニング装置、感光体100上の残留電位を除去するための除電装置等が、矢印で示す感光体100の回転方向順に配設されて



いる（但し、煩雑を避けるため、図 10 では現像装置 110、帯電ローラ 101、レーザー光線 Lb 以外は図示せず）。現像装置 110 は、感光体 100 の左側に配置されている。

#### 【0073】

このような構成において、帯電装置の帯電ローラ 101 によって表面を一様に帯電された感光体 100 は、レーザー光線 Lb による露光によって潜像 L を形成され、現像装置 110 を通過する間にトナー像を形成される。当該トナー像は、転写ベルトなどなる転写装置によって、感光体 100 表面から、不図示の給紙トレイから搬送された記録紙へ転写される。

#### 【0074】

この転写の際に感光体 100 に静電的に付着した記録紙は、分離爪によって感光体 100 から分離される。そして未定着の記録紙上のトナー像は不図示の定着装置によって記録紙に定着される。一方、転写されずに感光体 100 上に残留したトナー T は、クリーニング装置によって除去され回収される。残留トナー T を除去された感光体 100 は除電ランプで初期化され、次の画像形成プロセスに供される。

#### 【0075】

現像装置 110 内には、現像スリーブ 111 が感光体 100 に近接するように配置されていて、双方の対向部分に現像領域が形成されている。現像スリーブ 111 では、アルミニウム、真鍮、ステンレス、導電性樹脂などの非磁性体を円筒形に形成してなる現像スリーブ 111 が不図示の回転駆動機構によって時計回り方向に回転されるようになっている。

#### 【0076】

本例では、感光体 100 の感光体径が 90 mm で、感光体 100 の線速が 156 mm/秒に設定され、現像スリーブ 111 のスリーブ径が 18 mm で、現像スリーブ 111 の線速が 214 mm/秒に設定されている。したがって、感光体線速に対するスリーブ線速の比は 1.4 である。なお、本例では、現像スリーブ 111 の線速の感光体 100 の線速に対する比 ( $V_s/V_p$ ) は最低 0.9 にまで下げてもなお必要な画像濃度を得ることができる。

**【0077】**

また、感光体100と現像スリーブ111との間隔である現像ギャップは0.6mmに設定されている。現像ギャップは、従来ではキャリア粒径が $50\mu\text{m}$ であれば0.65mm以下、言い換えれば、磁性キャリアCr径の13倍以下に設定することが望ましい。

**【0078】**

現像ギャップがあまり狭くなると、磁気ブラシが感光体100に広範囲で接触するようになるために、横線細りや後端白抜け等の方向依存性が起こりやすくなる。逆に、現像ギャップが広くなると、十分な電界が強度が得られず、孤立ドットやソリッド部でムラ等の画像欠陥を生ずる。電界強度を維持するために、印加する電圧を大きくすることも可能であるが、放電によるいわゆる白ボチと呼ばれるソリッド部の白く抜けた画像等の異常画像が発生しやすくなる。

**【0079】**

現像剤の搬送方向（図において時計回り方向）における現像領域の上流側部分には、磁性キャリアCrが形成する磁気ブラシの穂高さ、すなわち、現像スリーブ111上の現像剤層の厚みを規制する層厚規制部材としてのドクターブレード114が設けられている。このドクターブレード114と現像スリーブ111との間隔であるドクターギャップは、0.65mmに設定されている。従来、ドクターブレードとしては非磁性材料のみからなる板状のものが使用されていたが、本例におけるドクターブレードは、磁性材料からなる板を従来の非磁性の板に接合した構成を有している。磁性材料を用いることで、後述するように、穂高の揃った磁気穂が形成されやすくなる。

**【0080】**

現像スリーブ111の感光体100とは反対側の領域には、現像ケーシング内の現像剤を攪拌しながら現像スリーブ111へ汲み上げるための攪拌スクリュ112、113が設けられ、トナーボトル115からトナーは攪拌スクリュ部へ適宜補給されるようになっている。

**【0081】**

現像ケーシング内の現像剤は、トナーTと磁性キャリアCrからなる現像剤で

あり、現像剤は図示しない駆動手段により回転数 152 rpm で回転する攪拌スクリュ 112、113 で混合、攪拌され、トナー T が摩擦帯電される。

#### 【0082】

現像スリーブ 111 内には、現像スリーブ 111 の周表面に現像剤を穂立ちさせるように磁界を形成する磁石ローラ体 111 A が固定状態で備えられている。この磁石ローラ体 111 A から発せられる法線方向磁力線に沿うように、現像剤の磁性キャリア C r が現像スリーブ 111 上に磁性キャリア C r の穂が形成され、この穂を形成する磁性キャリア C r に帯電トナー T が付着されて、磁気ブラシが構成される。磁気ブラシは現像スリーブ 111 の回転によって現像スリーブ 111 と同方向に搬送される。

#### 【0083】

磁石ローラ体 111 A は図 11 において紙面を貫く方向に長さを有する円柱状をしていて、その周面部には、長手方向に沿う長さを有する複数の磁石が現像スリーブ 111 の半径方向に向けて配置保持されている。これら複数の磁石により発生する磁力分布は、現像領域部分に現像剤を穂立ちさせる現像主磁力分布 P<sub>1</sub>、現像スリーブ 111 上に現像剤を汲み上げるための磁力分布 P<sub>3</sub>、汲み上げられた現像剤を現像領域まで搬送する磁力分布 P<sub>4</sub>、P<sub>5</sub>、現像後の領域で現像剤を搬送する磁力分布 P<sub>2</sub> 等である。

#### 【0084】

特に、現像主磁力分布を形成する主磁石は図示を省略しているが、横断面の小さな磁石から構成されていて、サマリウム合金磁石、特にサマリウムコバルト合金磁石などを用いることもできる。希土類金属合金磁石のうち代表的な鉄ネオジウムボロン合金磁石では最大エネルギー積が 358 kJ/m<sup>3</sup> であり、鉄ネオジウムボロン合金ボンド磁石では最大エネルギー積が 80 kJ/m<sup>3</sup> 前後である。

#### 【0085】

このような磁石によって従来の磁石と異なり、相当に小サイズ化しても必要な現像スリーブ 111 表面磁力を確保できる。従来のフェライト磁石やフェライトボンド磁石などでは最大エネルギー積が 36 kJ/m<sup>3</sup> 前後、20 kJ/m<sup>3</sup> 前後である。スリーブ径を大きくすることが許容される場合には、フェライト磁石や

フェライトボンド磁石を用いて形状を大きくとり、あるいはスリーブ側に向いた磁石先端を細かく形成することで半値中央角を狭くすることが可能である。

#### 【0086】

ここでは、現像スリーブ111上に現像剤を汲み上げるための磁力分布 $P_3$ と、汲み上げられた現像剤を現像領域まで搬送する磁力分布 $P_5$ と、現像後の領域で現像剤を搬送する磁力分布 $P_2$ を形成する磁石がN極をなし、現像主磁力分布 $P_1$ と、汲み上げられた現像剤を搬送する磁力分布 $P_4$ を形成する磁石がS極をなしている。

#### 【0087】

現像剤搬送磁力分布 $P_2$ は現像主磁力分布 $P_1$ の形成を補助する働きがあり、小さすぎるとキャリア付着を起こす。磁気ブラシは現像スリーブ111の回転によって現像スリーブ111と同方向、すなわち時計回り方向に移送される。

#### 【0088】

本例の現像装置110では、特に、磁性キャリア $C_r$ の粉体特性及び磁気特性と現像主磁石の磁気特性及び形態特性とを考慮して、遊離トナー $T$ を発生させるように設定することが好ましい。特に、現像スリーブ111上で磁性キャリア $C_r$ が集合した穂が立ち上がるときに、現像主磁力分布 $P_1$ により、磁気ブラシの先端が現像スリーブ111上の磁性キャリア $C_r$ の集合した現像剤層から分離した状態となる現像装置110が好ましい。

#### 【0089】

このために、現像スリーブ111の直径が18～30mmであって、内部に配置される現像主磁力分布 $P_1$ 形成用の磁石については、ピーク磁束密度の半値幅で表した磁石の幅が6～8mmで、磁束密度が100～130mTを有することが好ましい。

#### 【0090】

現像剤としては、トナー濃度は4～10重量%（以下、wt%）で、トナー帯電量（ $q/m$ ）は、 $-5 \sim -60 \mu C/g$ 、好ましくは、 $-10 \sim -35 \mu C/g$ がよい。磁性キャリア $C_r$ としては、樹脂コートした球形のフェライトが好ましく、磁化の強さは、 $35 \sim 85 emu/g$ （ $4.4 \sim 10.7 \times 10^{-5} Wb \cdot$

m/kg) が好ましい。35 emu/g ( $4.4 \times 10^{-5}$  Wb · m/kg) 未満では、磁化の強さが低いために、搬送性が低下し、また、感光体 100 へのキャリア付着が多くなる。85 emu/g ( $10.7 \times 10^{-5}$  Wb · m/kg) を越えると、磁化の強さが高いために、磁気ブラシが強くなり、スキャベンジ効果が強く、ハーフトーン部にスキャベンジ跡が生じ、画像品質を低下させる。また、体積平均粒径は、25 ~ 100  $\mu$ m、好ましくは 30 ~ 60  $\mu$ m がよい。少なくとも、粒径が 74  $\mu$ m 以上の磁性キャリア Cr は 15 % の含有量であることが好ましい。磁性キャリア Cr の穂は、含まれる磁性キャリア Cr の体積がある程度決まっているために、粒径が大きくなると含有されるトナー T の量が少なくなるからである。

#### 【0091】

また、体積固有抵抗は、6 ~ 12 Log  $\Omega \cdot \text{cm}$  の範囲にあることが好ましい。磁性キャリアの電位が現像スリーブの電位とある程度早く等電位になることが好ましいからである。トナー T は、体積平均粒径は 4 ~ 10  $\mu$ m で、4  $\mu$ m 以下の微粉の含有量が 20 個数% 以下であることが好ましい。また、シリカ、アルミナ、チタニア等の添加剤を含有しても良いが、かさ密度は 0.25 g/cm<sup>3</sup> 以上であることが好ましい。かさ密度が高いほど、トナー T が磁性キャリアから離脱しやすくなる。

#### 【0092】

また、磁性キャリア Cr の材料としては、鉄、ニッケル、コバルト等の金属又はこれらと他の金属による合金、マグネタイト、 $\gamma$ -ヘマタイト、二酸化クロム、銅亜鉛フェライト、マンガン亜鉛フェライト等の酸化物、マンガン-銅-アルミニウム等のホイスラー合金等の等の強磁性体の粒子を用いることができる。さらに、この強磁性体の粒子をスチレン-アクリル系、シリコン系、フッ素系等の樹脂で被覆してもよい。これらは、トナー T との帯電性を考慮して適宜選択することができる。また、磁性体粒子を被覆する樹脂には、荷電制御剤、導電性物質等を添加してもよい。また、スチレン-アクリル系、ポリエステル系等の樹脂中にこれらの磁性体粒子を分散させたものであってもよい。

#### 【0093】

トナーTとしては、少なくとも熱可塑性の樹脂とカーボンブラック、銅フタロシアニン系、キナクリドン系、ビスアゾ系の顔料を有するものを用いる。

樹脂としては、スチレン-アクリル系、ポリエステル系の樹脂が好ましい。この他に、定着助剤としてポリプロピレン等のワックス、トナー帯電量を制御するための含合金染料を内添することができる。さらに、表面処理したシリカ、アルミナ、酸化チタン等の酸化物、窒化物、炭化物等を外添してもよい。さらに、脂肪酸金属塩、樹脂微粒子等を併せて外添してもよい。

#### 【0094】

本発明の現像装置110では、現像剤担持体の形態特性及び電気特性と像担持体の形態特性及び電気特性を、磁性キャリアCrから離脱させたトナーTを像担持体側へ移動させる電界を形成するように設定する。このために、離脱させた遊離トナーTをできるだけ速やかに現像することが好ましく、そのために、現像装置110としては、矩形波による電界を形成することが好ましい。

#### 【0095】

この現像装置110における現像スリーブ111の構造を示した図13において、磁石ローラ体111Aの外周部には、所定の間隔をおいて複数の磁石MGが保持されている。これらの磁石MGの周囲を現像スリーブ111が回転されるわけである。

#### 【0096】

現像スリーブ111としては、アルミニウム、真鍮、ステンレス、導電性樹脂などの非磁性体が用いられ、円筒形の該現像スリーブ111が不図示の回転駆動機構によって磁石MGのまわりを前記各例において時計回りの向きに回転されるようになっている。

#### 【0097】

これらの磁石MGは、現像スリーブ111の回転と共に現像剤を穂立ちさせつつ搬送するように磁界を形成する。これらの磁石MGから発せられる法線方向磁力線に沿うように、磁性キャリアが集合して穂が形成され、さらに、この穂が集合して磁気ブラシが形成される。穂や、磁気ブラシは磁性キャリアの集合からなり、この磁性キャリアには帯電したトナーが保持されている。

## 【0098】

図11を参照するに、固定軸111aには接地されたバイアス用の電源VPが接続されている。図12において固定軸111aに接続された電源VPの電圧は、導電性の軸受111e、導電性の回転部材111dを経て現像スリーブ111に印加される。一方、図11において、感光体100を構成する最下層の導電性支持体31は接地されている。

## 【0099】

こうして、感光体100と現像スリーブ111との対向領域には、磁性キャリアから離脱したトナーを感光体100側へ移動させる電界を形成しておき、トナーを感光体100側に向けて移動させることに供している。

## 【0100】

これまでの例では、例えば、図9に示すように、遊離トナーTの発生領域は、感光体100と現像スリーブ111の最近接位置M0よりも現像剤移動方向の上流側の領域である。現像スリーブ111と感光体100とは共に曲面からなり、これらに対向しているので、最近接位置で最も間隔が狭く、この最近接位置を中心に両側に離れるほど、上記間隔は次第に広くなる。上述したように、遊離トナーTは、磁性キャリアCrとの静電的付着力・物理的付着力等の拘束がないために、現像されやすいために、遊離トナーTの発生領域を最近接位置M0よりも現像剤移動方向の上流側に設けている。現像バイアスが強く作用する最近接位置M0よりも現像剤移動方向の上流側の領域に遊離トナーの発生領域を設けることにより、最近接位置M0における現像がより良好に行なわれる条件が整えられる。

## 【0101】

この場合、遊離トナーTの発生領域は最近接位置M0を含む領域とすることを否定するものではなく、最近接位置M0を含む領域とすることにより、最近接位置M0で発生する遊離トナーによる現像も併せて行なわれる。

## 【0102】

さらに、本発明の現像方法では、現像スリーブ111の内部に有する磁石の中心（磁力分布P<sub>1</sub>の中心）は、現像領域内で、現像剤搬送方向の下流側に傾けて、遊離トナーTの発生領域を感光体100と現像スリーブ111の最近接位置を

含む領域にしても良い。これにより、現像領域前域部Aを広くすることができ、遊離トナーTを増やすことができる。このように、遊離トナーT発生領域の位置、広さ等は、現像スリーブが有する磁界発生手段である磁石の強さ、配置等により調整することができるので、かかる調整により、遊離トナーを現像に最適な部位において多量に発生させるようにすることができる。なお、図12に示した磁石MGは、図11では図示を省略している。

#### 【0103】

図13において、現像主磁力分布 $P_1$ を生じさせる磁石を符号MG1で示すと、この磁石MG1の現像スリーブ111上における法線方向の磁気力のピーク位置M1が、感光体100と現像スリーブ111との最近接位置M0から感光体100の移動方向（反時計回り方向）における下流側になるように、磁石ローラ体111Aに各磁石を配置する。

#### 【0104】

換言すれば、最近接位置M0に対して磁気力のピーク位置M1のなす角度 $\theta$ が $0 \sim 30^\circ$ だけずれるようにする。これは、磁気ブラシが形成される初期段階において遊離トナーTの発生部位が、感光体100の潜像Lとしての画像部へ移動できる領域にできるだけ多く位置するようにしたものであり、望ましくは、現像領域前域部Aにおける遊離トナーTの発生部位を、最近接位置M0に対向させるものである。

#### 【0105】

図13において、磁石MG1よりも上流側で隣接する磁石をMG5とすれば、磁石MG5と磁石MG1との極角度は $60^\circ$ であり、両磁石の中間で磁力が0になる点が $30^\circ$ である。さらに換言すれば、磁気ブラシが最近接位置M0又はその近傍で立ち上がるようにし、あるいは、感光体100の移動方向で最近接位置M0よりも下流側における磁石MG1の磁力線の裾野部分が、最近接位置M0又はその近傍に位置するようにしたものである。

### [3] 画像形成装置

本発明の現像方法及び現像装置が適用される画像形成装置について図14により説明する。本例にかかる画像形成装置はカラー複写機であり、カラー画像読取



装置（以下、カラスキャナという）1、カラー画像記録装置（以下、カラープリンタという）2、給紙バンク3、図示省略の制御部等で構成されている。

#### 【0106】

上記カラスキャナ1は、コンタクトガラス4上の原稿5の画像を照明ランプ6、ミラー群7a、7b及びレンズ8を介してカラーセンサ9に結像して、原稿5のカラー画像情報を、例えばレッド（R e d）、グリーン（G r e e n）、ブルー（B l u e）（以下、それぞれR、G、Bという）の色分解光毎に読み取り、電氣的な画像信号に変換する。

#### 【0107】

露光手段としての書込光学ユニット10は、カラスキャナ1からのカラー画像データを光信号に変換して原稿画像に対応したレーザ光線Lbを感光体100に向けて出射、走査して光書き込みを行い、感光体100上に静電潜像Lを形成する。該書き込み光学ユニット10は、レーザーダイオード19、ポリゴンミラー20とその回転用モータ21、 $f/\theta$ レンズ22や反射ミラー23等により構成されている。

#### 【0108】

感光体100は、矢印で示すように反時計回りの向きに回転され、その周囲には、感光体クリーニングユニット14、除電ランプ15、帯電ローラ101、電位センサ16、そして回転式現像装置110'のうちの選択された現像装置24K、中間転写ベルト18等が配置されている。

#### 【0109】

回転式現像装置110'は、ブラック用現像装置24K、イエロー用現像装置24Y、シアン用現像装置24C、マゼンタ用現像装置24Mと、各現像装置を回転させる図示しない回転駆動部を有している。これら各現像装置は、少なくとも現像ローラ111部分及び現像剤の攪拌部分の構成については基本的に前記した図10乃至図12に準じた構成を有している。磁性キャリアCrの条件や仕様等も同様である。

#### 【0110】

待機状態では、回転式現像装置110'は、ブラック用現像装置24Kが図1

0で示される位置にセットされており、コピー動作が開始されると、カラスキヤナ1で所定のタイミングからブラック画像のデータの読み取りがスタートし、この画像データに基づいてレーザー光による光書き込み・静電潜像L（ブラック潜像L）の形成が始まる。

#### 【0 1 1 1】

このブラック潜像Lの先端部から現像するために、ブラック用現像装置2 4 Kの現像位置に潜像L先端部が到達する前に、現像スリーブ1 1 1を回転開始してブラック潜像LをブラクトナーTで現像する。そして、以後、ブラック潜像L領域の現像動作を続けるが、潜像L後端部がブラック現像位置を通過した時点で、速やかにブラックのための現像位置から次の色の現像位置まで、回転式現像装置1 1 0'が回転する。当該動作は、少なくとも、次の画像データによる潜像L先端部が到達する前に完了させる。像形成サイクルが開始されると、まず、感光体1 0 0は矢印で示すように反時計回りの向きに、中間転写ベルト1 8は時計回りの向きに、図示しない駆動モータによって回転させられる。中間転写ベルト1 8の回転に伴って、ブラック用現像装置2 4 Kによりブラクトナー像形成、イエロー用現像装置2 4 Yによりイエロートナー像形成、シアン用現像装置2 4 Cによりシアントナー像形成、マゼンタ用現像装置2 4 Mによりマゼンタトナー像形成が順次、行われ、最終的にブラック（Bk）、イエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）の順に、中間転写ベルト1 8上に重ねられ、フルカラーのトナー像が形成される。

#### 【0 1 1 2】

中間転写ベルト1 8は、駆動ローラ、転写対向ローラ、クリーニング対向ローラ及び従動ローラ群に張架されており、図示しない駆動モータにより駆動制御されるようになっている。感光体1 0 0に順次形成されるブラック、イエロー、シアン、マゼンタの各トナー像が中間転写ベルト1 8上で正確に順次位置合わせされ、これによって4色重ねのベルト転写画像が形成される。このベルト転写画像は転写コロナ放電器3 4により用紙に一括転写される。

#### 【0 1 1 3】

給紙バンク3内の各記録紙カセット2 9 a、2 9 b、2 9 cには装置本体内の

カセット 28 に収容された記録紙のサイズとは異なる各種サイズの記録紙が収容されており、これらのうち、指定されたサイズ紙の収容カセットから、該指定された記録紙が給紙コロ 30 によってレジストローラ対 32 方向に給紙・搬送される。

#### 【0114】

符号 33 は OHP 用紙や厚紙等のための手差し給紙トレイを示す。像形成が開始される時期に、記録紙は上記いずれかのカセットの給紙口から給送され、レジストローラ対 32 のニップ部で待機する。そして、コロナ放電器に中間転写ベルト 18 上のトナー像の先端がさしかかるときに、記録先端がこの像先端に一致するようにレジストローラ対 32 が駆動され、記録紙と像のレジスト合わせが行われる。

#### 【0115】

このようにして、記録紙が中間転写ベルト 18 と重ねられて、正電位につながれたコロナ放電器 26 の上を通過する。このとき、コロナ放電電流により記録紙が正電荷で荷電され、トナー画像が用紙に転写される。中間転写ベルト 18 から 4 色重ねトナー像を一括転写された記録紙は、ベルト定着方式の定着装置 13 へ搬送され、この定着装置 13 で熱と圧力によりトナー像を定着される。定着を終えた記録紙は排出ローラ対 37 で機外へ排出され、図示しないトレイにスタックされる。これにより、フルカラーコピーが得られる。

#### 【0116】

また、ここで用いた磁性キャリア Cr は、銅-亜鉛の球形フェライトの表面にシリコン樹脂をコートし、体積平均粒径は  $5.8 \mu\text{m}$ 、磁化の強さは  $65 \text{ emu/g}$  ( $8.2 \times 10^{-5} \text{ Wb} \cdot \text{m/kg}$ )、体積固有抵抗は  $8.5 \text{ Log } \Omega \cdot \text{cm}$  の特性を有している。トナー T は、ポリオール樹脂に顔料、荷電制御剤を内添させ、疎水性シリカ 0.7 wt%、疎水性チタン 0.85 wt% 外添させている。体積平均粒径  $7 \mu\text{m}$ 、かさ密度  $0.33 \text{ g/cm}^3$  以上である。黒トナーは顔料にカーボンブラック、イエロートナーはビスアゾ系顔料、マゼンタトナーはキナクリドン系顔料、シアントナーは銅フタロシアニン系顔料を用いた。これらを混合した現像剤は、初期トナー濃度 5 wt% にし、初期トナー帯電量はいずれの色のト

ナーも  $-20 \sim -35 \mu\text{C/g}$  である。

上記例では、現像装置 110 や回転式現像装置 110' を感光体 100 の横に配置したが、下側に配置すれば、トナー飛散防止機能を向上させることができる。

#### 【0117】

本発明にかかる現像方法、現像装置を適用した上記例の画像形成装置では、高品位の現像性能により、記録紙上に高品質の画像を得る。

#### 【0118】

#### 〔4〕 実施例

特に示さない限り上述した現像剤を用いて、磁気ブラシと感光体 100 が接触する状態で現像し、その際、バイアス電源について duty 比を変えることで遊離トナーの飛翔速度を制御し、飛翔速度に対応した現像結果の評価項目として濃度均一性、地肌汚れ、ドット均一性、などについて評価した。なお、評価はイエロートナー T のみで行ったが、黒等の異なった色のトナー T であっても同様の結果が得られる。

#### 【0119】

前述のイエロートナー (TC=7wt%,  $q/m=-18 \mu\text{C/g}$ ) を用い、現像バイアスとして直流成分  $V_{\text{DC}}=-500\text{V}$  に、交流成分  $V_{\text{pp}}=1\text{kV}$ 、 $f=2.5\text{kHz}$  の矩形波 (duty=50%) を重畳し、感光体電位を  $-100\text{V}$  とした場合、又、 $-300\text{V}$  とした場合、の前域部 A で遊離するトナー T の飛翔速度を測定した。ここで、 $V_{\text{DC}}$  は実効値が  $-500\text{V}$  になるように duty 比を変えるたびに設定を変更した。つまり実効値を変えず、また、交流成分  $V_{\text{pp}}$  についても変えることなく、duty 比を変えることでトナーの飛翔速度を変化させ現像性能を評価した。

#### 【0120】

ここで、duty 比とは、図 7 において、トナーが感光体 100 側に移動するようなバイアスを現像スリーブ 111 に印加する時間比を a、トナーが感光体 100 と反対方向 (現像スリーブ 111 方向) に移動するようなバイアスを現像スリーブ 111 に印加する時間比を b としたとき、 $\text{duty 比} = a / (a + b) \times 100$  (%) で定義される。また、同図 7 において、直流成分  $V_{\text{DC}}$ 、交流成分  $V_{\text{pp}}$  をそれぞれ

れ例示した。かかる、duty比はバイアス電源を構成する機器において容易に設定変更可能である。

#### 【0 1 2 1】

まず、上述したように、実体顕微鏡（オリンパス社製：S Z H 1 0）とハイスピードカメラ（フォトロン社製：F A S T C A M - U l t i m a - I 2）とを用いて、9 0 0 0 ~ 4 0 5 0 0 コマ／秒の撮影速度で撮影した映像により現像領域前域部 A におけるトナー T の挙動を観測した。

#### 【0 1 2 2】

上記カメラで記録された映像を再生することにより、感光体 1 0 0 と現像スリーブ 1 1 1 が対向している空間をキャリア C r が流動し、この流動の過程で、これまで説明したような状態で遊離トナーが時間の経過と共に感光体 1 0 0 側に移動する様子を再生画面上に見ることができる。そこで、観測の便宜上、識別できるトナーの一つ一つに赤色でマーキングし、その移動経路を追跡した。

#### 【0 1 2 3】

かかるトナーの移動距離は、既知であり、また、移動の時間の既知であるので、これらから、トナーの飛翔速度を求めることが可能である。

#### 【0 1 2 4】

実際には、再生画面上において赤くマーキングした遊離トナー T を動画像処理である PTV（Particle Tracer Velocimetry：粒子速度計測法）法により、速度を計測した。かかる計測に基づく速度分布の一例を図 1 5 にヒストグラムで示す。感光体 1 0 0 電位については、- 1 0 0 v と、- 3 0 0 v の 2 ケースで行なった。直流成分つまり、実効値  $V_{DC}$  が - 500V で一定であるから、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$  のケースと、 $V_{PC}-V_{DC}=200V$  のケースについて観測したことになる。感光体 1 0 0 上、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$  の電位差となる部位は、所謂ベタ画像部に相当し、 $V_{PC}-V_{DC}=200V$  の電位差となる部位は所謂ハーフトーン画像部に相当する。

#### 【0 1 2 5】

これら、各ケースについて、duty比（％）を、2 0, 4 0, 5 0, 6 0, 6 5 の各値に変えることで、トナーの飛翔速度を変化させ、飛翔の平均速度、速度の標準偏差の各値のときの現像性能を評価した。その評価項目は、ベタ濃度の均一

性、地肌部の汚れ、および1byドット画像の均一性である。評価の良い順に◎、○、△、×とした。結果を表1に示す。

【0126】

【表1】

	duty 比 (%)	$V_{PC}-V_{DC}=400V$ での飛翔 速度		$V_{PC}-V_{DC}=200V$ での飛翔速度	濃度 均一性	地肌 汚れ	ドット 均一 性
		平均 (m/s)	標準偏差	平均 (m/s)			
実施例1	50	0.87	0.51	0.50	○	◎	◎
参考例1	40	0.80	0.42	0.45	△	◎	◎
実施例2	20	0.95	0.57	0.58	◎	◎	◎
実施例3	60	1.0	0.66	0.65	◎	◎	○
参考例2	65	1.1	0.75	0.68	◎	△	×

【0127】

① 表1において、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ のべた画像部における、ドット均一性に関し、duty比と共に変化するトナーの飛翔速度との関係をみると、平均速度 (m/s) が、「1.0」のときに○の評価、「0.95」、「0.80」、「0.87」のときに、◎の評価であり、平均速度 (m/s) が、「1.1」のときに、×の評価となっている。このことから、×の評価にかかる参考例2のケースを除外し、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における当該遊離トナーの飛翔速度の平均が1m/s以下の条件で、高画質の現像ができたといえる（請求項1、11、15関連事項）。ここで、平均速度とは、任意にサンプリングした複数の飛翔する遊離トナーの各時間における速度を求め、これら全ての速度を平均した値である。

【0128】

② 表1において、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ のべた画像部における、濃度均一性に関し、現像時に設定した各duty比におけるトナーの飛翔速度について、そのduty比におけるトナーの移動速度のばらつき、例えば、図15のヒストグラムのごときデータより求めた標準偏差が、「0.51」、「0.57」「0.66」「0.75」のときに◎の評価であり、標準偏差が「0.42」のときに、△の評価となっている。このことから、△の評価にかか参考例1のケースを除外し、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における遊離トナーの飛翔速度分布の標準偏差が0.51以上で、高画質の現像が可能であるといえる（請求項2、12、16関連事項）。

## 【0129】

③ 表1において、 $V_{PC}-V_{DC}=200V$ のハーフトーン画像部における、地肌汚れに関し、duty比と共に変化するトナーの飛翔速度との関係をみると、平均速度 ( $m/s$ ) が、「0.65」、「0.58」、「0.50」、「0.45」のときに、◎の評価であり、平均速度 ( $m/s$ ) が、「0.68」のときに、△の評価となっている。このことから、△の評価にかかる参考例2のケースを除外し、 $V_{PC}-V_{DC}=200V$ における当該遊離トナーの飛翔速度の平均が0.65m/s以下の条件で、高画質の現像ができたといえる（請求項3、13、17関連事項）。ここで、平均速度とは、上記①で述べた内容と同じ。

## 【0130】

表1について上記①～③のような、現像条件と現像性能評価が成り立つ理由、その他について、以下に考察する。

## 【0131】

## (a) ベタ画像について

高速現像にかかる現像効率の観点から、一般論としては、トナーの飛翔速度が大きい程、時間当たりの付着量が大きくなるので有利と考えられる。しかし、全部のトナーが非常に大きい速度で潜像にぶつかり、トナーは弾性体であるから感光体上で反撥して、一旦、付着したトナーがトナーの弾性により感光体から弾き飛ばされて本来着くべき部位に着かない部分を生じるし、また、既に本来着くべきところに着いているトナーを弾いて外してしまうことから、結果としてドット均一性を欠き或いはドット再現性が悪化する画像にする傾向があると考えられる。よって、ベタ画像のときには、速度がでるような現像バイアスは避けるのがよい。

## 【0132】

ここで、トナーの弾性により感光体から弾き飛ばされて本来付くべき部位に着かないトナーや、本来の場所から弾き飛ばされたトナーが、画像のまわりに付くとそれは、地肌汚れを誘発する。尤も、地肌汚れについては、以下(b)で述べるように、ベタ画像よりもハーフトーン画像部で顕著となる傾向がある。

## 【0133】

結論的には、トナーの飛翔速度が速いと、ドット均一性を害し、地肌汚れを誘発するといえる。表 1 では、duty 比 (%) が 6 0 以下のケースが該当している。

#### 【 0 1 3 4 】

##### (b) ハーフトーン画像について

$V_{PC}-V_{DC}=200V$  のハーフトーン画像部では、所定の潜像電位の画像部にトナーが十分に付着することで静電的に飽和状態になると、以後、飛翔してくるトナーは行き場がない。バイアス電圧は交流成分を含んでいるので、感光体表面で振動するホッピング現象を呈し、非画像部にあたる機会が増す。べた画像の場合には、飛翔するトナーの殆どは潜像に付き、潜像を埋めるのに費やされるので、画像のまわりに付いて地肌を汚す程度は低い。これに対して、ハーフトーン画像部では、余剰のホッピングトナーが多く存在して画像の周りに付いてエッジ効果が増し、且つ、非画像部に着いたトナーは速度があまりに大だと反発せずに変形して付いてままになり地肌汚れとなる傾向が大きい。よって、飛翔速度が増すと、特に、ハーフトーン部では地肌汚れが悪化、エッジ効果が増すので、トナー速度の上限を規定する意味があるといえる。

#### 【 0 1 3 5 】

##### (d) 濃度均一性について

表 1 では、べた画像について、トナー速度のバラツキに関する標準偏差を、濃度均一性の評価に結び付けている。これは、トナーは凝集状で飛翔するものがあり、これらの飛翔トナーについて、速度分布にある程度のバラツキがあると、例えば、標準偏差値 0. 5 1 以上だと速度分布のバラツキがあるので速いトナーと遅いトナーとの混在により、飛翔の過程でトナー同士の速度差から互いに干渉して速度が緩和、平均化される傾向となることから、感光体にぶつかり反発するトナーが減少し、濃度均一性が良好になる傾向になる。一方、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$  における速度分布の標準偏差が 0. 5 1 より小さい場合、ベタ濃度均一性が悪くなる傾向にあることがわかる。これは、凝集したトナーが飛翔し、現像されてしまうためと考えられる。この傾向は、ハーフトーン画像についてもいえる。

#### 【 0 1 3 6 】

##### (e) duty 比について



duty比は前記図 7 に即して説明したように、 $a/a + b$ の百分率で示される値であり、トナーを現像スリーブ側から潜像（感光体側）へ向かうパワーと、潜像（感光体側）から現像スリーブ側へ向かわせるパワーとの比率である。バイアス全体の実効値や、交流成分  $V_{pp}$  を固定して、duty比を大に変えるということは、トナーを現像スリーブ側から潜像（感光体側）へ向かうパワーを大にすることを意味し、トナー速度を増す結果を生ずる。今回は、duty比を変化させてトナー速度を変える手法で実験をしたが、トナー速度を変化させる要因はこの他にもあり、例えば、トナー粒径、現像スリーブ線速、現像バイアスの  $V_{pp}$ 、交流成分の周波数  $f$  等にも依存するのでこれらの何れを変化させることで、所望の高品質現像を可能に条件を設定することも可能である。

#### 【0 1 3 7】

##### 【発明の効果】

請求項 1、1 1、1 5 記載の発明では、ドット均一性が良好な現像性能を得、高品質の画像を得る。

#### 【0 1 3 8】

請求項 2、1 2、1 6 記載の発明では、濃度均一性が良好な現像性能を得、高品質の画像を得る。

#### 【0 1 3 9】

請求項 3、1 3、1 7 記載の発明では、地肌汚れ低減効果の著しい現像性能を得、高品質の画像を得る。

#### 【0 1 4 0】

請求項 4、1 4 記載の発明では、トナーの往復運動が、画像部ではトナー層の均一化を助長してドット再現性のよい高画質化をもたらし、非画像部では地汚れトナーに対してスキヤベンジ効果をもたらす。

#### 【0 1 4 1】

請求項 5 記載の発明では、遊離トナーの発生領域を現像領域にすることで現像領域において遊離トナーによる高品質の現像性能を可能にする。

#### 【0 1 4 2】

請求項 6 記載の発明では、磁界発生手段により、遊離トナーを現像に最適な部位において多量に発生させるように調整することができる。

【0 1 4 3】

請求項 7 記載の発明では、現像バイアスが強く作用する最近接位置よりも現像剤移動方向の上流側の領域に遊離トナーの発生領域を設けることにより、最近接位置における現像が良好に行なわれる。

【0 1 4 4】

請求項 8 記載の発明では、最近接位置における遊離トナーにより現像が良好に行なわれる。

【0 1 4 5】

請求項 9 記載の発明では、摺擦により非画像部における地汚れを防止して、高品位の画像を得ることができる。

【0 1 4 6】

請求項 1 0 記載の発明では、地肌汚れを最小限に抑えることに寄与し、潜像に忠実な高品位の画像を得る。

【0 1 4 7】

請求項 1 8 記載の発明では、高品位の現像性能により、記録媒体上に高品質の画像を得る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の現像方法における現像領域内での二成分現像剤の状態を模式的に表した概略図である。

【図 2】

本発明の現像方法における現像領域前域部 A で、磁性キャリアの穂の立ち上がるときのスプラッシング現象の状況を示す模式図である。

【図 3】

磁性キャリアの穂の状況によるトナーの離脱状況を説明するために示す模式図である。

【図 4】

本発明の現像方法における現像領域中域部 B で、磁性キャリアの穂が感光体に強く接触する状況を示す模式図である。

【図 5】

反転現像方式における直流電界を印加している状態を示す模式図である

【図 6】

本発明の現像方法における現像領域後域部 C で、トナーが現像される状況を説明したもので、図 6 (a) は、感光体上のトナーが画像部で感光体着く向きに力を受ける様子を示す模式図、図 6 (b) は、非画像部において感光体上のトナーが感光体から離れる向きに力を受ける様子を示す模式図である。

【図 7】

反転現像方式における直流と交流の交番電界を印加している状態を示す模式図である。

【図 8】

本発明の現像方法における現像領域後域部 C で、トナーが現像される状況を説明したもので、図 8 (a) は、交番電界下で画像部の潜像が現像される際のトナーが磁性キャリア上を移動する状況を示す模式図、図 8 (b) は交番電界下で非画像部領域でのトナーが移動する状況を示す模式図である。

【図 9】

現像領域でトナーを現像する状況を説明したもので、図 9 (a) は磁気ブラシが形成される現像領域前域部 A において多数の遊離トナーがクラウド状ないしスモーク状に発生した状態を示す模式図、図 9 (b) はトナーが現像電界により潜像に引き付けられ現像される状態を示す模式図、図 9 (c) は、磁気ブラシの先端の磁性キャリアと感光体との間でトナーが往復運動（振動）をする様子を説明した模式図である。

【図 10】

本発明の現像方法を行なう現像装置の一例と共に、現像スリーブ内の磁石による磁力分布を説明した概略的な構成図である。

【図 11】

本発明の現像方法を行なう現像装置についてバイアス電圧印加の仕組みを説明

した概略構成図である。

【図 1 2】

現像スリーブの構成を説明した断面図である。

【図 1 3】

現像スリーブ中の磁石配置を例示した概略構成図である。

【図 1 4】

本発明の現像方法を適用できる現像装置を備えた画像形成装置の概略構成図である。

【図 1 5】

PTV法によるトナー飛翔速度のヒストグラムである。

【符号の説明】

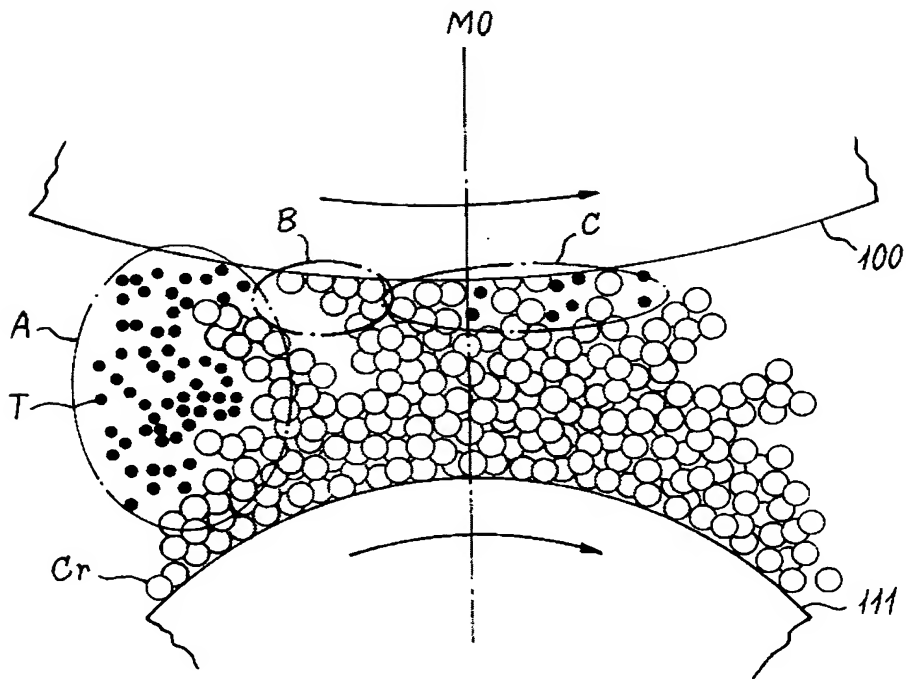
1 0 0 （像担持体としての）感光体

1 1 1 （現像剤担持体としての）現像スリーブ

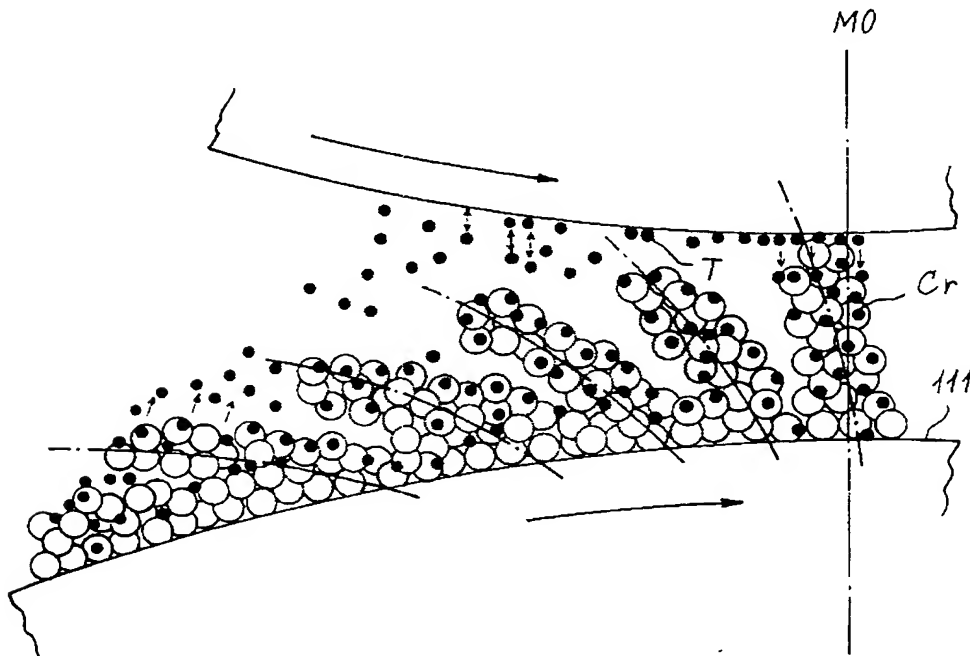
T トナー

【書類名】 図面

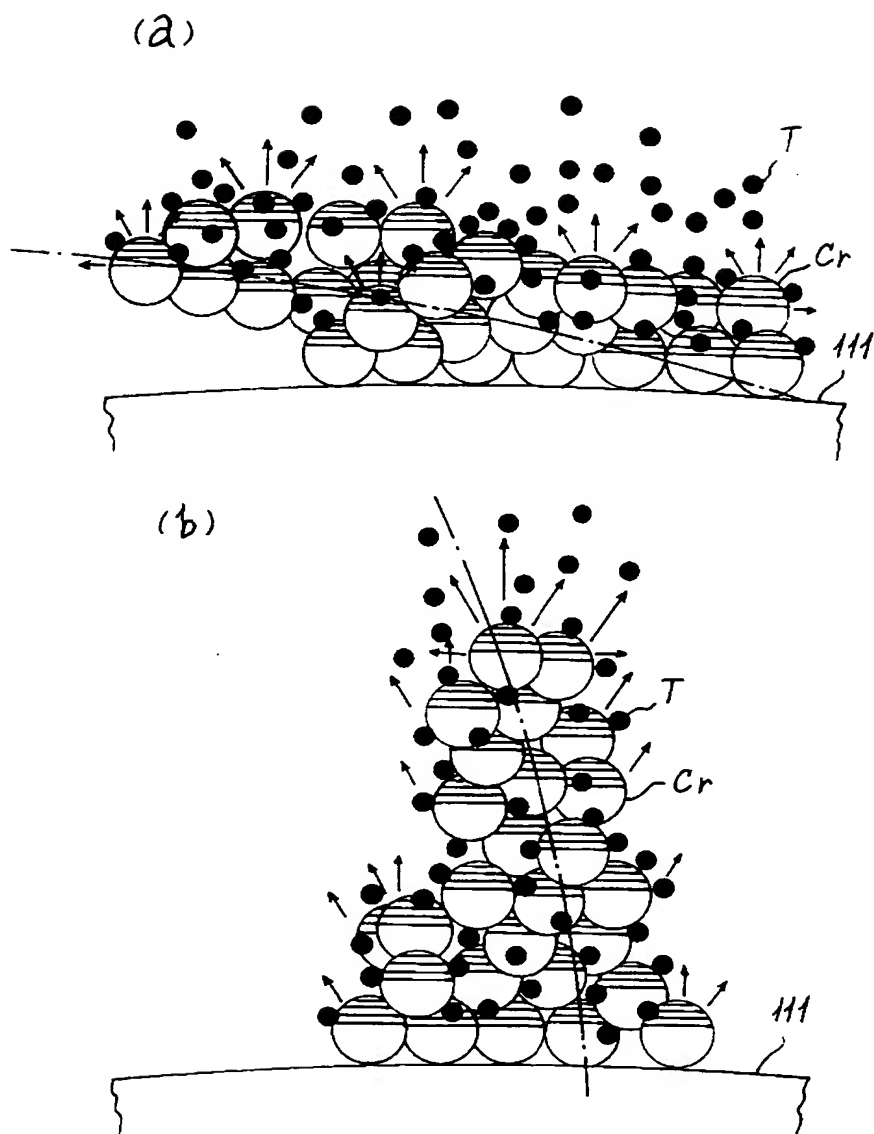
【図 1】



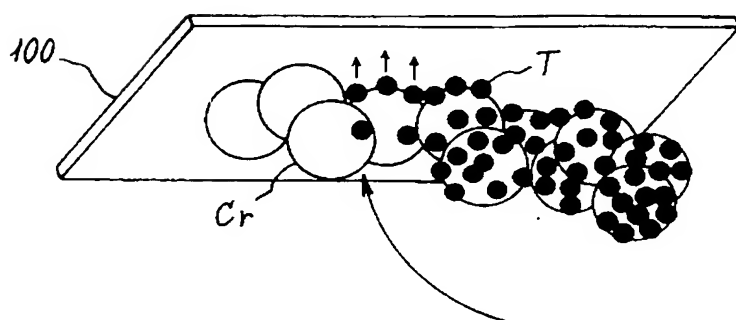
【図 2】



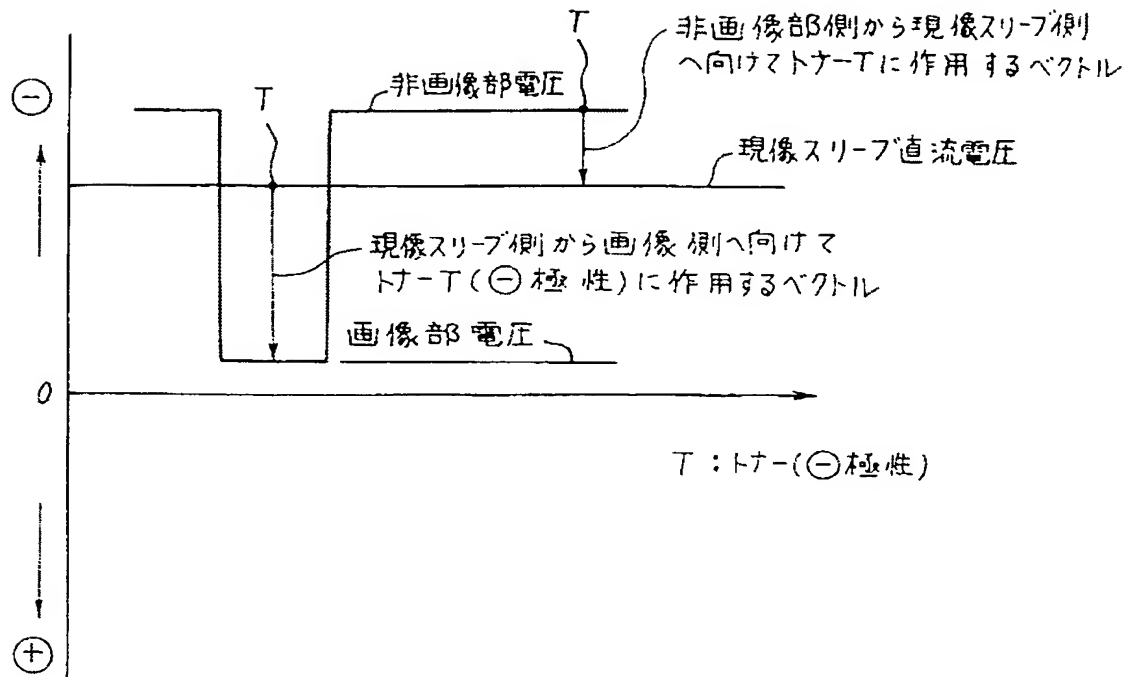
【図 3】



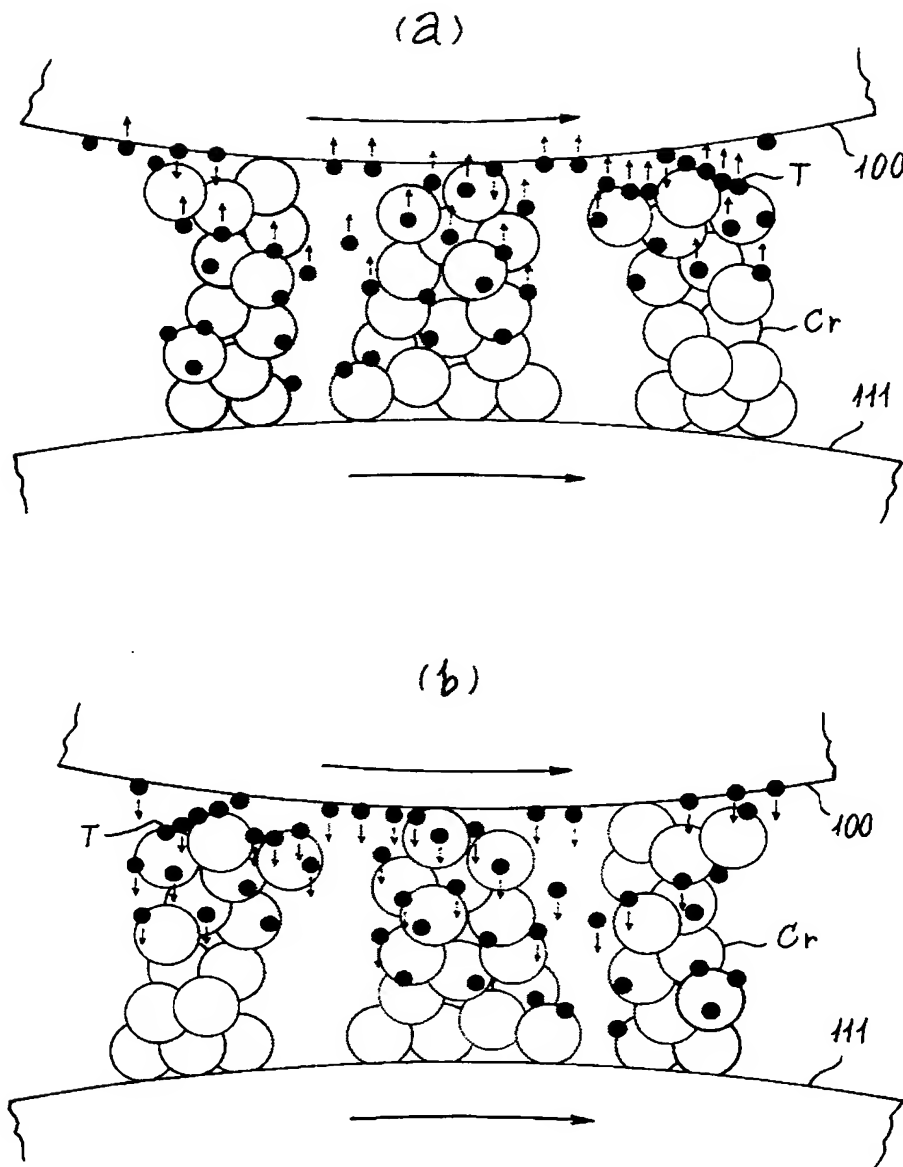
【図 4】



【図 5】



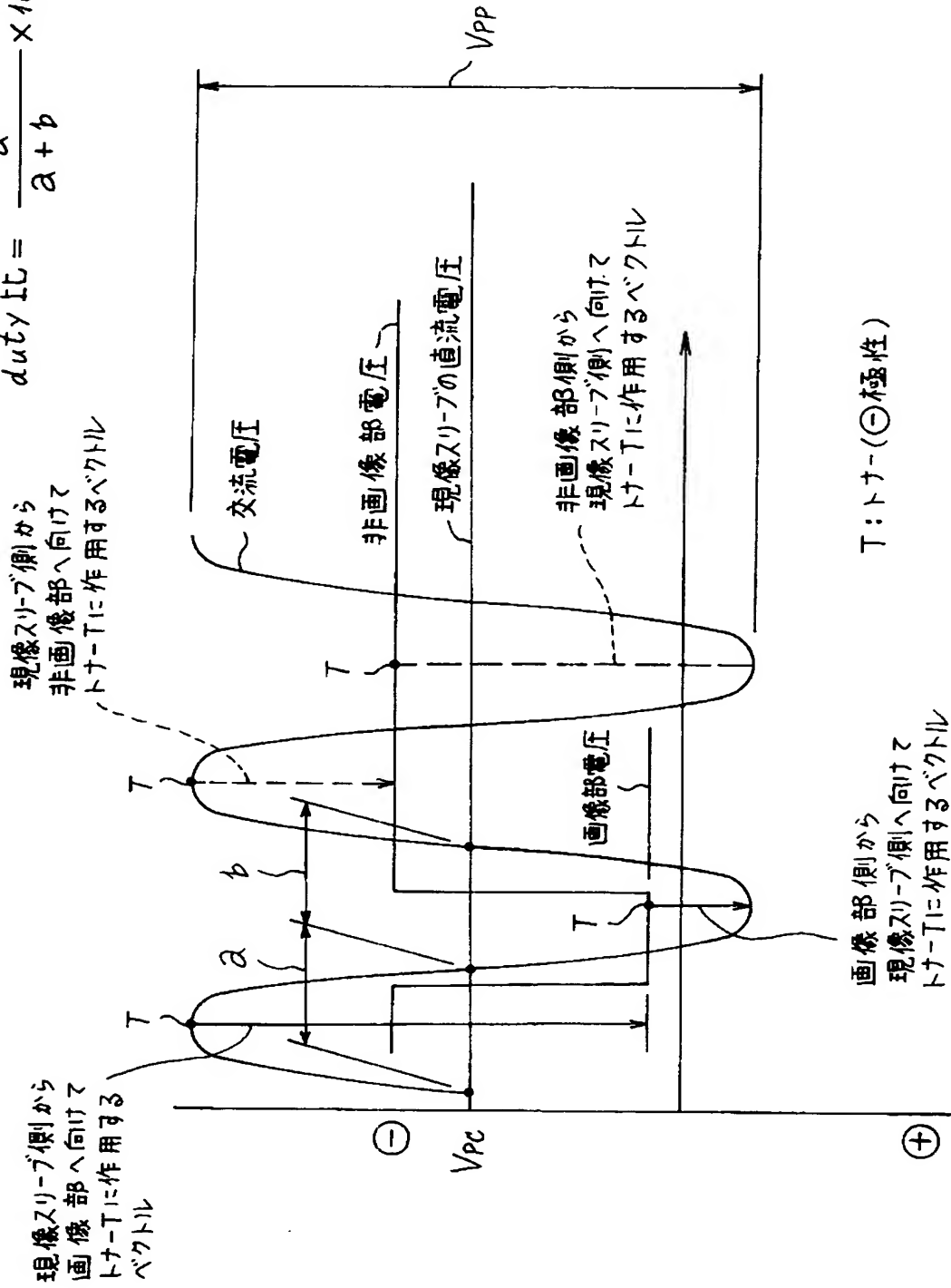
【図 6】



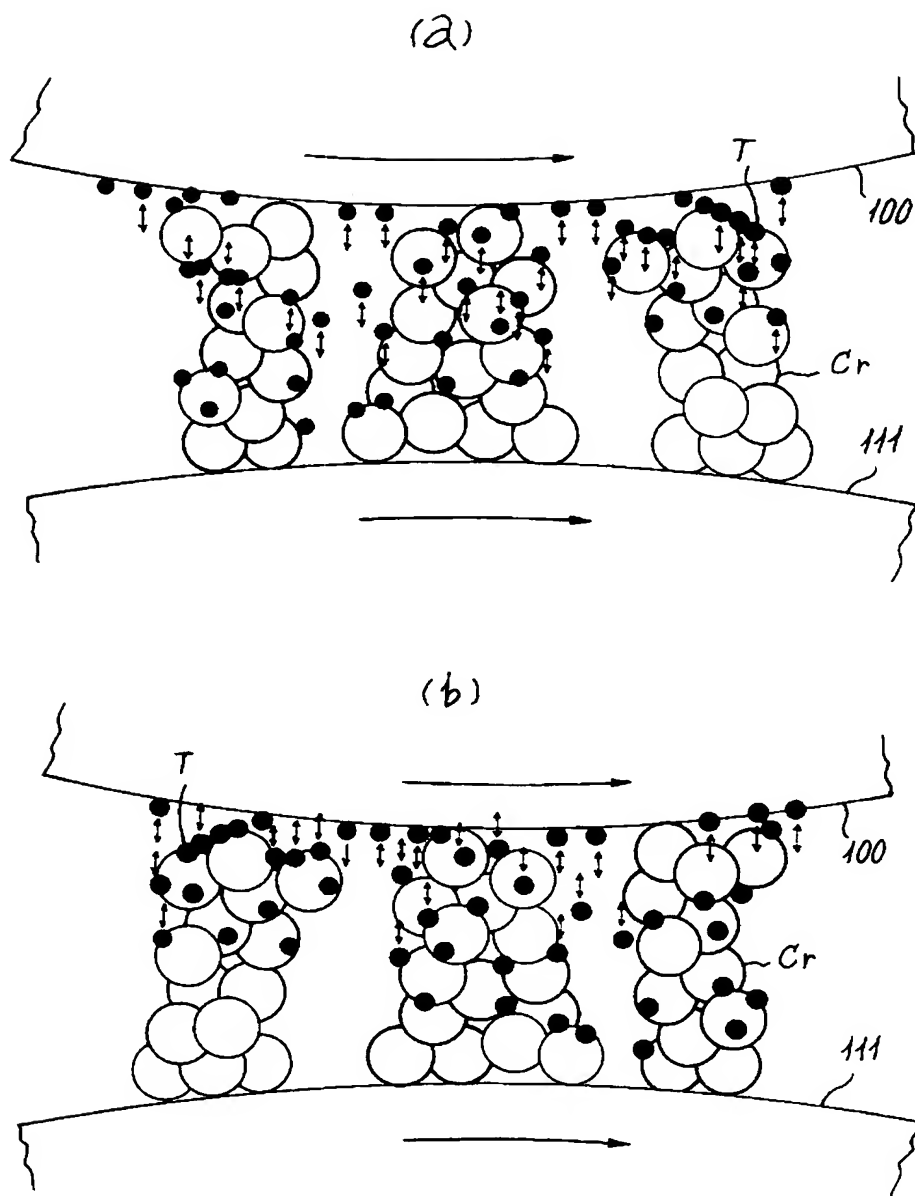


【図 7】

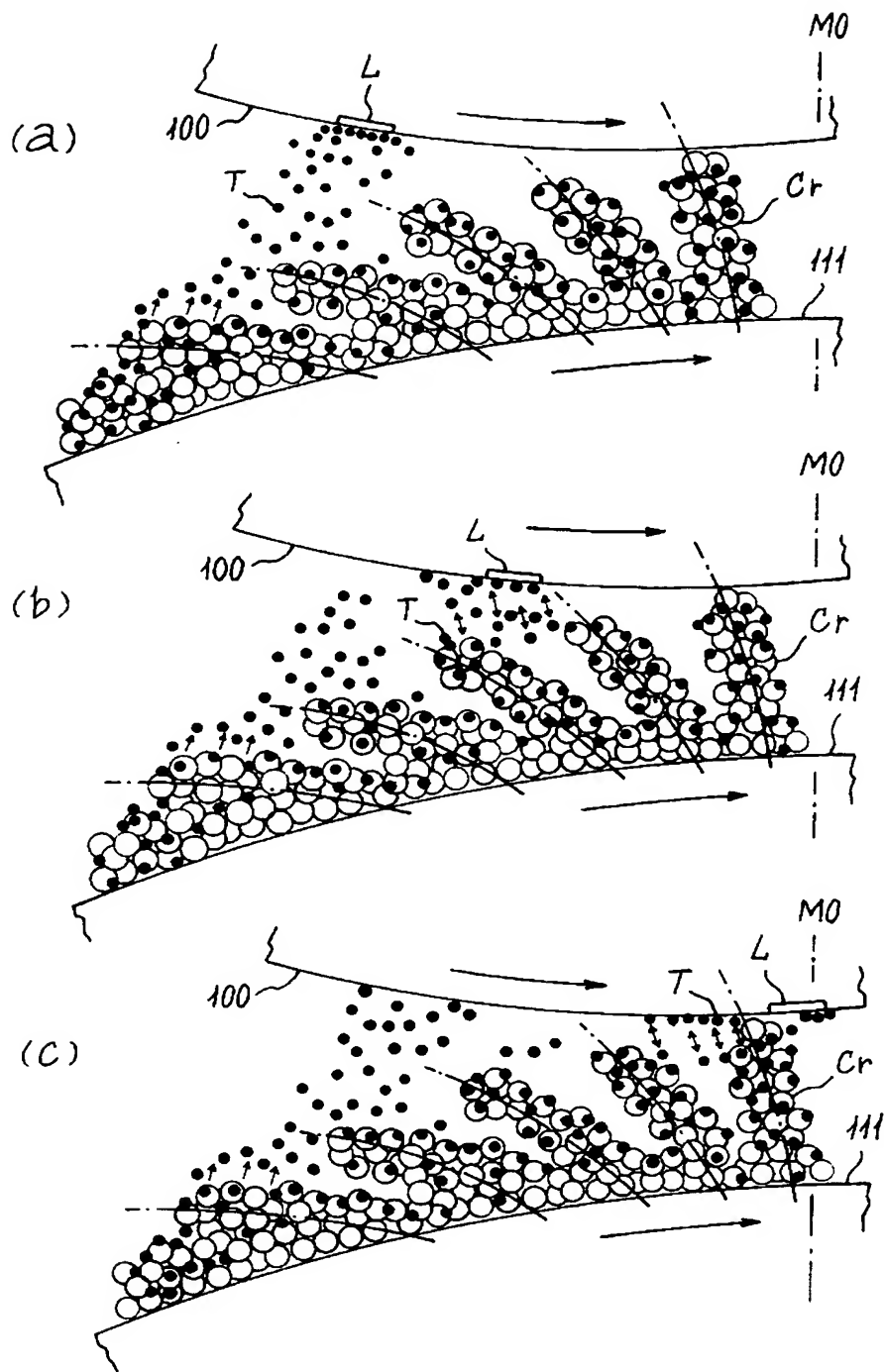
$$duty\ 比 = \frac{a}{a+b} \times 100(\%)$$



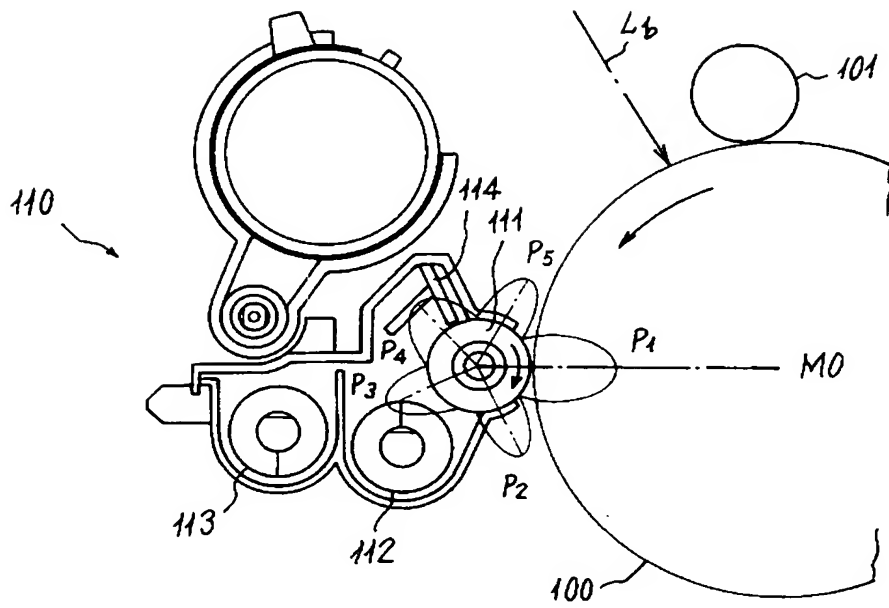
【図 8】



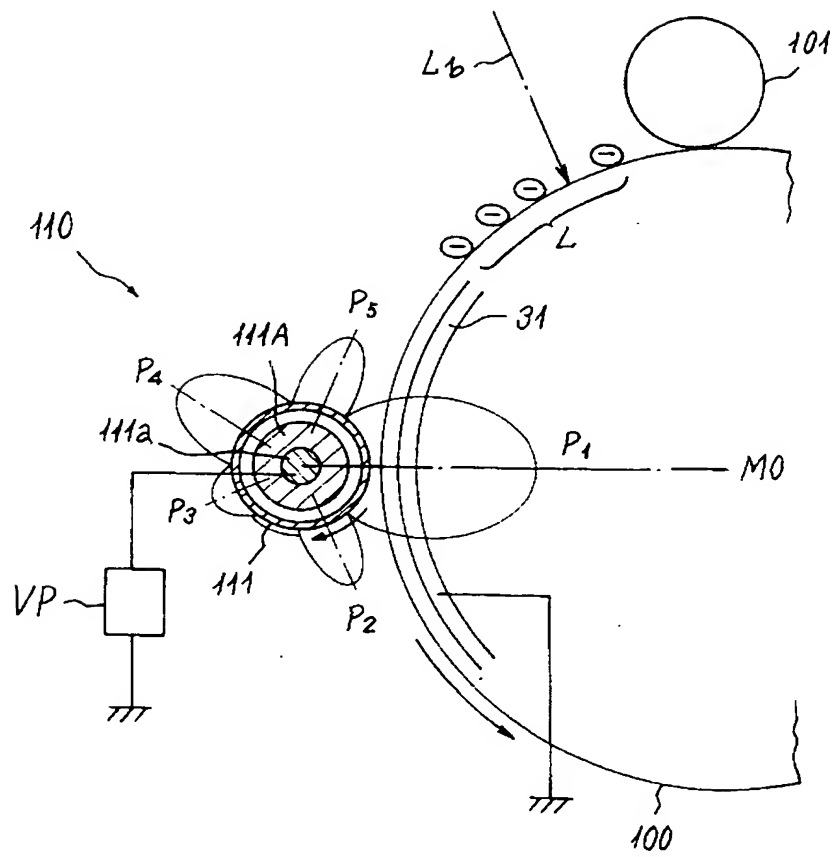
【図 9】



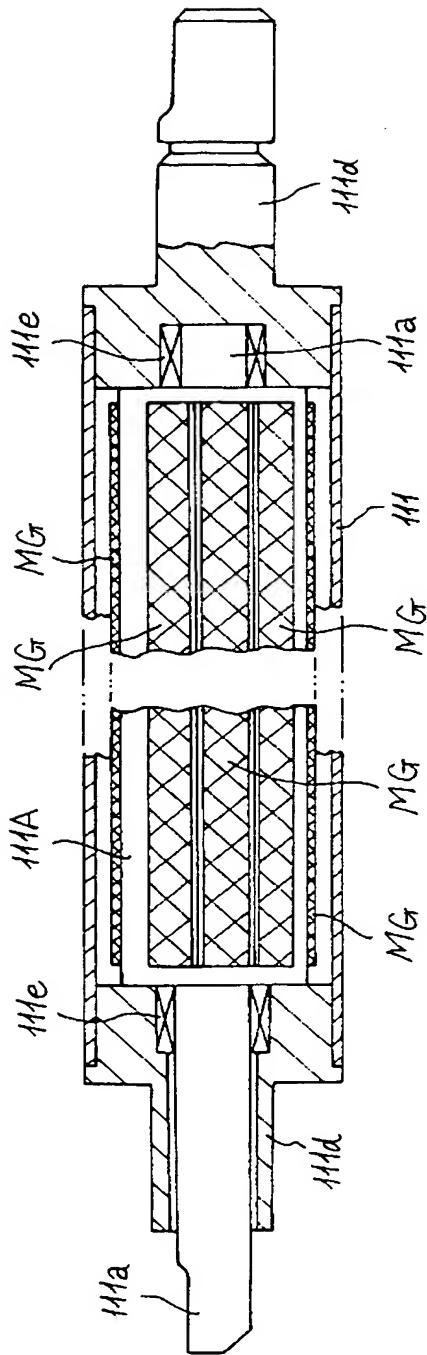
【図 10】



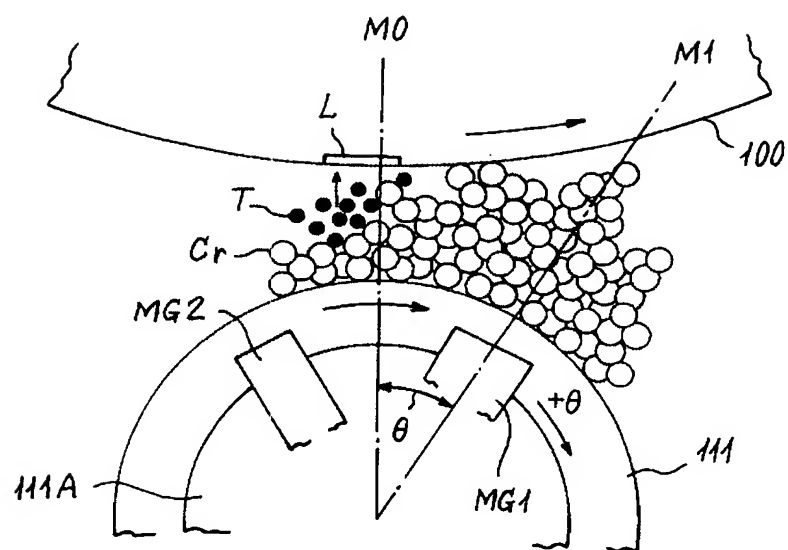
【図 11】



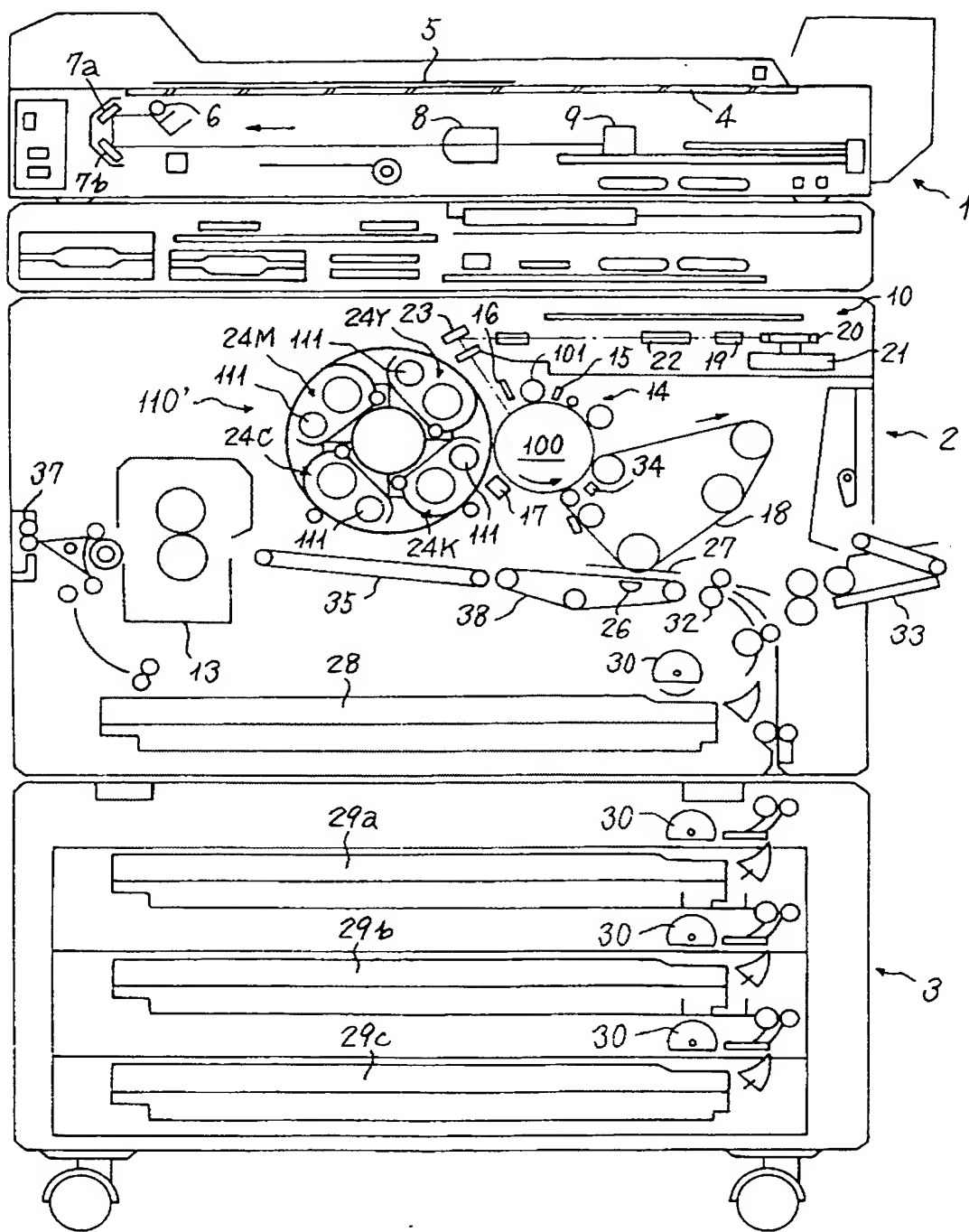
【図 12】



【図 13】

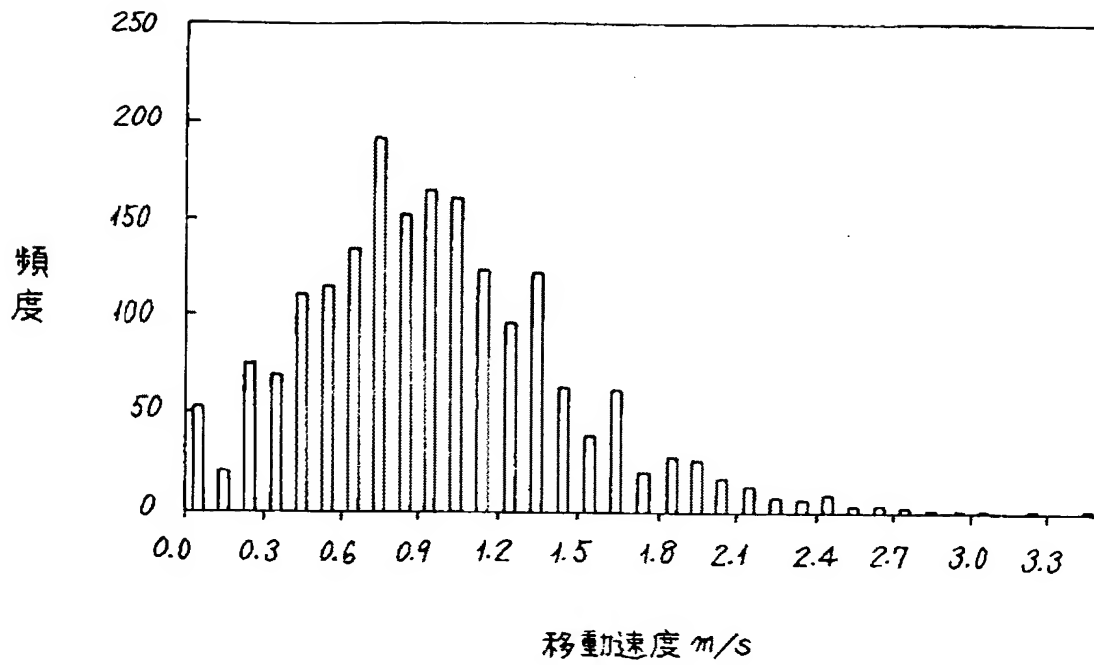


【図 14】





【図 15】




**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 現像領域で磁性キャリアの集合した穂が磁気ブラシを形成しつつ流動させ、この流動の過程で磁性キャリア表面から離脱させて生じる遊離トナーについて、画像部における現像性能を向上させ、非画像部における地肌画像の汚れを改善した現像方法及びこの方法を使用する現像装置及び画像形成装置を提供すること。

**【解決手段】** 現像方法、この現像方法を適用する現像装置、この現像装置を適用する画像形成装置について、①像担持体 1 0 0 の電位を $V_{PC}$ 、現像剤担持体 1 1 1 の電位の直流成分を $V_{DC}$ としたとき、 $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における当該遊離トナーの飛翔速度の平均が $1m/s$ 以下とし、② $V_{PC}-V_{DC}=400V$ における遊離トナーの飛翔速度分布の標準偏差が $0.51$ 以上とし、③ $V_{PC}-V_{DC}=200V$ における遊離トナーの飛翔速度の平均が $0.65m/s$ 以下とするなどの何れかを採用することとした。

**【選択図】** 図 1 1



特願 2002-340910

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006747]

1. 変更年月日

2002年 5月17日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

氏 名

株式会社リコー